3. 太陽光発電システムのリユース・適正処理

3.1 調査項目と調査方法

3.1.1 調査項目

平成 21 年度事業では、学識経験者、太陽電池メーカー、住宅メーカー等から構成される「ソーラー住宅の普及促進に係る課題検討委員会」を設置し、太陽光発電システムの標準化、リユース・リサイクルの 2 つの視点から課題を抽出し、課題の解決に向けた方向性を検討した。本調査では、平成 21 年度調査事業の成果を踏まえつつ、リユース・適正処理に関して早期に解決すべき課題を取り上げ、その解決方策を検討するとともに、その検討成果をガイドライン等として取りまとめ、もって住宅用太陽光発電システムの普及促進に資することを目的とした。本年度における調査事項は以下の 2 点である。

(1) 中古太陽電池モジュールの性能表示等の在り方に関する調査

本調査では、国内外の太陽電池モジュール及び類似商品（電気・電子機器）のリユース動向を踏まえつつ、太陽電池モジュールの健全なリユース市場形成に向けた留意事項、性能表示等の在り方について検討し、取りまとめた。

(2) 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等の在り方に関する調査

今後、有害性が懸念される物質を含有する太陽電池が日本市場に導入され、普及する可能性がある。有害懸念物質含有太陽電池について、使用時や廃棄時に人の健康や環境に対する影響を及ぼさないよう、適正な使用・廃棄に向けた検討を行った。

具体的には、有害懸念物質含有太陽電池について想定されるリスクの整理、研究機関等による国内外リスク検証状況を調査した上で、今後日本市場にこのような太陽電池を導入する際の留意事項を有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等ガイドライン（以下、「適正処理等ガイドライン」という。）として取りまとめた。あわせて、今後、国等が有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等を行うに向けて求められる取組みを提言した。

3.1.2 調査方法

調査は、第 1 回（12/20 開催）、第 2 回（2/7 開催）のリユース・リサイクル WG での議論を核として、リユース・リサイクル WG 委員や関係主体へのヒアリング調査ならびに文献調査を主体に実施した。

(1) 中古太陽電池モジュールの性能表示等の在り方に関する調査

本調査項目は、概ね以下の手順で実施した。

1) 中古太陽電池モジュールの性能表示に係る位置付けの確認

現時点において中古太陽電池モジュールの取引事業者は少数であり、中古品取引業界が確立しているわけではないことを前提に、中古太陽電池モジュールの性能表示の必要性や位置付けについて、関係者へのヒアリング調査等を参照しつつ WG にてご議論いただいた。

2) 想定される中古太陽電池モジュール市場の想定

現時点で確立していない中古太陽電池モジュール市場について、関連事業者へのヒアリング調査等をもとに、将来的な姿を想定した。具体的には、中古太陽電池モジュールの供給者や需要者の予測、ビジネス形態について考えうるパターンを抽出した。

3) 健全な中古太陽電池モジュール市場形成のための留意点整理

関連事業者へのヒアリング調査及び、WG での検討をもとに、今後、太陽電池発電モジュールの中古市場に参入を検討する事業者にとって、健全な中古太陽電池発電モジュール市場を形成するために求められる留意点を整理した。

4) 中古太陽電池モジュールに対する性能表示の在り方検討

中古太陽電池モジュールの健全な取引市場確立に向けて、望ましい性能表示内容を整理した。この際、既存中古流通事業者や、性能評価関連技術に関する研究者等関係者へのヒアリング調査をもとに、情報収集を行ったほか WG で検討頂いた。また、中古住宅、中古自動車等他製品における表示制度を調査し、参考とした。

5) 太陽電池モジュールに係る健全な中古市場形成に向けたガイドライン作成

以上の調査結果をガイドライン形式に取りまとめた。なお、ガイドラインの読者としては、中古太陽電池モジュール市場に参入を検討する事業者を想定した。

6) 太陽電池モジュールに係る健全な中古市場形成に向けたステークホルダーへの提言

中古太陽電池モジュールの健全な市場形成に向けては、中古市場に参入する事業者のみならず、国、公的研究機関、関連事業者等ステークホルダーにも役割が期待される。関連事業者へのヒアリング調査、及び WG での検討をもとにステークホルダーへの提言を行った。

(2) 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等に関する調査

本調査項目は、概ね以下の手順で実施した。なお、本調査の実施に当たっては、当初「新たな種類の太陽電池の適正処理等の在り方に関する調査」項目が設定されていたが、新たな種類の太陽電池が必ずしも適正処理上のリスクを有するわけではないことから、「有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等」として検討することとした。

1) 有害懸念物質を含む太陽電池による適正処理上のリスク抽出

リスク評価に係る学識経験者等へのヒアリング調査や文献調査をもとに、有害懸念物質を含む太陽電池が日本市場に導入された場合に、適正処理にあたって想定されるリスクを抽出した。使用終了後の処理のほか、火災等災害時の破損、住宅解体による粉砕でのリスク等も整理した。

なお、本調査でのリスクとは、一般消費者に発現する懸念のあるリスク（＝使用時、及び廃棄時）とし、労働衛生上のリスク（＝製造時）は含まないことと整理した。

2) 有害懸念物質を含む太陽電池に係るリスク検証状況の確認

文献調査及び、委員からの情報提供に基づき、①に示されたリスクについて、国内外の研究開発機関におけるリスク検証状況を確認した。

3) 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理に向けた方向性

有害懸念物質を含む太陽電池を日本市場に導入しようとする事業者（メーカー、輸入業者、販売店等）が検討すべき取組み、配慮することが望ましい項目を整理した。この際、太陽電池モジュール関連事業者や解体事業者へのヒアリング調査を踏まえ、WG での検討を行った。また、参考情報として国内外における関連法規制や、検討状況等を文献等調査に基づき、整理した。

4) 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等ガイドライン策定

以上の調査結果をもとに、有害懸念物質を含む太陽電池の日本市場導入にあたって、適正処理等に係る留意事項を整理して適正処理等ガイドラインを策定した。適正処理等ガイドラインでは、有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの日本市場導入を検討する製造・輸入・販売事業者を読者として想定した。

5) 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等に向けて求められる取組提言

関連各者へのヒアリング調査、及びリユース・リサイクル WG での検討を踏まえ、今後、新たな有害懸念物質含有太陽電池が日本市場に導入される可能性も念頭に、国が、太陽電池の適正処理に向けて求められる取組みを提言した。

3.2 中古太陽電池モジュールの性能表示等の在り方に関する調査

3.2.1 太陽電池モジュールに係る健全な中古市場形成に向けて　～中古太陽電池モジュールの性能表示に係るガイドライン～の作成

中古太陽電池モジュール流通に係る以下の調査結果を踏まえ、「太陽電池モジュールに係る健全な中古市場に向けて」（以下、「性能表示ガイドライン」という。）を作成した。結果を次ページ以降に示す。

- 想定される中古太陽電池モジュール市場の想定
- 健全な中古太陽電池モジュール市場形成のための留意点整理
- 中古太陽電池モジュールに対する性能表示の在り方検討

なお、本ガイドラインは、中古太陽電池モジュール市場への参加を検討する事業者を読者として想定し、中古太陽電池モジュールの中古流通に係る留意点や性能表示の在り方について情報提供を行うものである。

また、加えて、関連行政機関、研究開発機関、太陽電池メーカーなどの関係者も、健全な中古市場形成に向けた各々の役割を有していることから、これら関係者に対する提言も行うものである。

■ 太陽電池モジュールに係る健全な中古市場形成に向けて■

～中古太陽電池モジュールの性能表示に係るガイドライン～

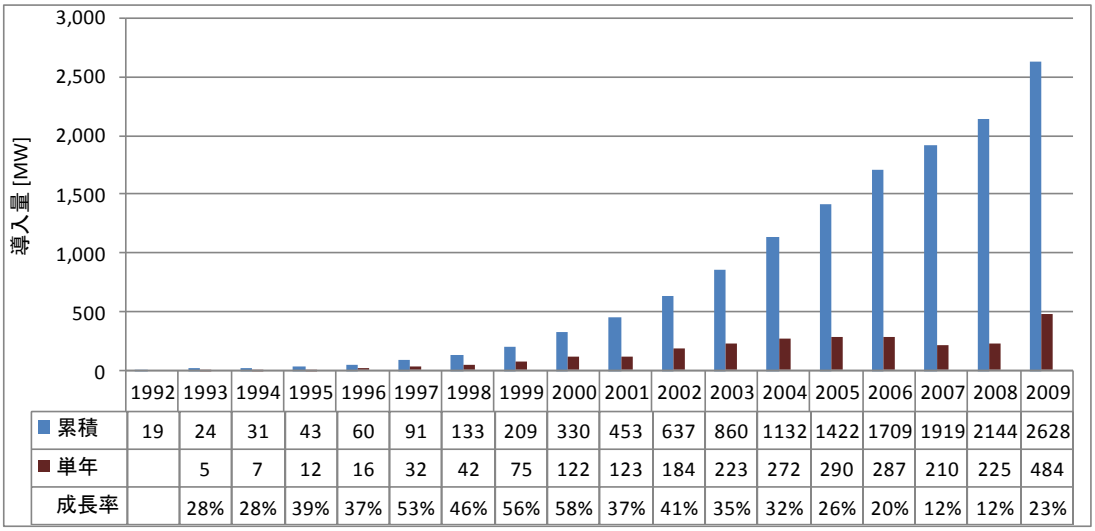
目次

1. はじめに：位置付け 218
2. 中古太陽電池モジュール市場の将来像イメージ 220
2-1. 中古市場での流通が予測される製品 220
2-2. 中古市場において予想される太陽電池モジュール供給者 220
2-3. 中古市場において予想される太陽電池モジュール需要者 221
2-4. 中古市場におけるビジネスモデル 222
3. 健全な中古太陽電池モジュール市場形成のための留意事項 223
3-1. 適正価格で適正性能の中古太陽電池モジュールを流通させるために 223
3-2. 安全な中古太陽電池モジュールを流通させるために 229
3-3. 中古太陽電池モジュールの将来的な適正処理を担保するために 231
4. 中古太陽電池モジュール購入者に示すことが望ましい情報等 234
参考資料：他の中古製品における性能表示状況について 237

1. はじめに：位置付け

普及拡大を続ける住宅用太陽電池モジュール

住宅用太陽電池モジュールは我が国において平成 2 年代から本格普及が始まり、技術的進展による発電効率の向上、国による補助金政策などを背景に導入量を伸ばしてきた。また、平成 21 年 11 月に太陽光発電の余剰電力買取制度が開始されたことを受けて、さらに導入量は拡大している。



	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
累積	19	24	31	43	60	91	133	209	330	453	637	860	1132	1422	1709	1919	2144	2628
単年		5	7	12	16	32	42	75	122	123	184	223	272	290	287	210	225	484
成長率		28%	28%	39%	37%	53%	46%	56%	58%	37%	41%	35%	32%	26%	20%	12%	12%	23%

図 1-1　日本における太陽電池モジュールの導入推移（累積・単年）

出典：“Trends in photovoltaic applications. Survey report of selected IEA countries between 1992 and 2008”（IEA-PVPS）、EPIA プレスリリース（2010 年 4 月）より作成

将来的には住宅用太陽電池モジュールの中古市場が生まれる可能性

今後、これらの住宅用太陽電池モジュールが使用途中に移転、解体等何らかの理由で不要になった際、中古市場に流入することが予想される。

なお、これまで日本の住宅に設置された太陽電池モジュールのほぼ全量が、国や自治体による補助金制度を利用したものであるが、これらの補助金制度では太陽光発電設備の法定耐用年数（17 年間）の財産管理を義務付けており、耐用年数以前に処分する場合、補助金返納等の手続きが必要とされる。そのため、所有者が太陽電池モジュールを手放すのは法定耐用年数以降と想定されるが、まもなく、補助金制度導入初期に設置された太陽電池モジュールが法定耐用年数を超える。

使用済みの太陽電池モジュールのうち、まだ利用可能な状態のものが中古流通市場に導入され、コスト的に需給の折り合いがつく場合には、中古市場が確立される可能性がある。

中古市場の確立は望ましいが、いくつかの留意事項への配慮が必要

太陽電池モジュールは、技術的には 20 年以上の長期使用が可能とされる。中古流通により使用期間を長期化することは、資源有効利用の観点からも望ましい上、低コストな新エネルギー普及拡大の面からも推奨すべきものと考えられる。

しかし一方で、中古太陽電池モジュール市場拡大に当たっては、漏電等のリスクを持つ故障モジュールや性能劣化モジュール流通の排除、最終的な適正処理を担保するための情報の表示など、留意すべき事項も多い。

今後の健全な中古太陽電池モジュール市場形成に向けて、関係者（中古市場参入希望事業者、新品・中古品施工事業者、メーカー等）はいくつかの留意事項に配慮していく必要がある。

中古市場参入希望事業者に対して留意点等の方向性を提言

中古太陽電池モジュールの性能表示に係るガイドライン（以下、「性能表示ガイドライン」という。）は、健全な中古太陽電池モジュール市場の形成を促進するため、今後当該市場への参加を検討する事業者に対し、中古太陽電池モジュールの流通に係る留意点を取りまとめるとともに、特に、中古太陽電池モジュールに対する性能表示の在り方についての方向性を提言するものである。

加えて、太陽電池メーカー、新品・中古太陽光発電モジュール施工事業者、関連行政機関、研究開発機関、中古太陽電池モジュール供給者・需要者など、健全な中古市場形成に向けて各々の役割を有する関係者に対して提言を行うものである。

2. 中古太陽電池モジュール市場の将来像イメージ

現時点では、中古太陽電池モジュール市場は形成途上の段階にある。健全な中古市場の形成に向けた留意点を確認するに当たって、まず、中古太陽電池モジュール市場の将来像イメージを想定する。

ただし、中古太陽電池モジュール市場のビジネスモデルは単一ではなく、幅広いパターンが想定される。新品の普及が始まったばかりの現時点ではメインとなるビジネスモデルの予測は困難である。

2-1. 中古市場での流通が予測される製品

性能表示ガイドラインでは、中古市場での流通が見込まれるものとして、『太陽電池モジュール』を検討対象として想定する。パワーコンディショナ等、主要構成部材については、耐用年数が太陽電池モジュールに比べ短期間であることが多く、20 年以上の長期使用は想定されにくいことから、中古市場での流通は想定しないこととする。

2-2. 中古市場において予想される太陽電池モジュール供給者

中古太陽電池モジュール市場が形成された際、予想される中古太陽電池モジュールの供給者には以下が考えられる（図 2-1 参照）。このうち、性能表示ガイドラインにおいては、住宅用（以下の①～③）を対象とする。

① 耐用年数以上使用後の住宅用太陽電池モジュール

発電効率に係る技術革新、建材一体型等のデザイン面の進展等を念頭に置いた場合、20 年程度以上使用した後の住宅用太陽電池モジュールに、再度住宅用としての需要が見込めるかが課題。

② 耐用年数以前に何らかの理由で撤去された住宅用太陽電池モジュール

現在設置されている太陽電池モジュールの多くは国や自治体の補助金制度を活用しており、法定耐用年数以前の撤去の場合、補助金返納等の手続きが必要となるため、供給量は限定的になる可能性がある。

※現在の経済産業省所管の住宅用太陽光発電導入支援対策費補助金制度では、補助金を利用して設置した住宅用太陽光発電システムについて法定耐用年数（17 年）の期間内は処分できないこととしている。

③ 補助金制度終了後に設置され、撤去される住宅用太陽電池モジュール

将来的に補助金制度が終了する頃には、住宅用太陽電池モジュールの低コスト化が進み、自立的に普及が進む段階に達していると想定される。その場合、低コストな新品太陽電池モジュールに対して、中古太陽電池モジュールの市場価格と住宅からの撤去・回収費用が見合うかが課題。

④ 住宅用以外の太陽電池（※本検討対象外）

2-3. 中古市場において予想される太陽電池モジュール需要者

中古太陽電池モジュール市場が形成された際、予想される需要者には以下が考えられる（図 2-1 参照）。需要者については、住宅用のみならず、産業用、発電事業用、独立電源用、海外向け等全てを対象とすることを想定している。なお、太陽電池モジュールは、用途（住宅用、産業用）に応じて最大システム電圧が異なる場合があるほか、形状の違い等もあり、住宅用中古太陽電池モジュールが必ずしも全ての用途に対応できるものではないことに留意が必要である。

⑤ 住宅用

発電効率に係る技術革新、建材一体型等のデザイン面の進展等を念頭に置いた場合、20 年程度以上使用した後の住宅用太陽電池モジュールに、再度住宅用としての需要が見込めるかが課題。

⑥ 産業用・発電事業用

工場敷地内の空地や屋根面、遊休地等における中古太陽電池モジュールの設置が考えられる。ただし、建材一体型太陽電池モジュール等、デザイン面で転用不可能なケースもあると想定される。

例）
農業分野の畜舎やハウス栽培照明・冷暖房向けに遊休地等に中古太陽電池モジュールを設置
工場の照明・冷暖房向けに駐車場や敷地内の空地、屋根面に中古太陽電池モジュールを設置
下水処理場や廃棄物処理場等の屋根面や敷地内の空地に中古太陽電池モジュールを設置
小規模発電事業者が遊休地等に中古太陽電池モジュールを設置して発電　等

⑦ 独立電源用

街灯、標識照明等向けの分散型独立電源としての利用が考えられる。建材一体型太陽電池等、デザイン面で転用不可能なケースもあると想定される。

⑧ 海外向け

発展途上国においては、電力供給困難地域の電化用等、安価な太陽電池モジュールへの需要があると考えられ、国際貢献の一環として海外に輸出される可能性がある。

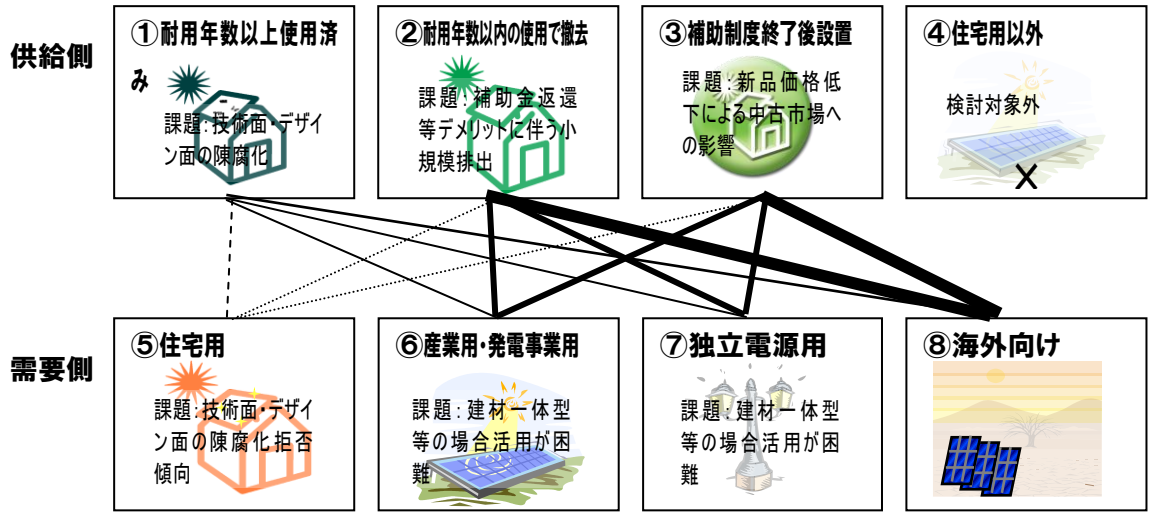


図 2-1　中古太陽電池モジュール市場において想定される供給者・需要者

2-4.　中古市場におけるビジネスモデル

中古太陽電池モジュール市場に関するビジネスモデルについては、例えば下記に示すようなパターンが考えられる。このうち、性能表示が求められるのは、中古取扱い事業者から需要者に所有権が移転する、①中古太陽電池モジュールの売買と想定される。本調査では、①中古太陽電池モジュールの売買を前提とした、性能表示の在り方を検討する。

① 中古太陽電池モジュールの売買

中古事業者が中古太陽電池モジュールを買い取り、需要者に販売する。所有権は、旧所有者→中古業者→新規所有者に移転。

② 中古太陽電池モジュールを用いた電力販売

中古事業者が中古太陽電池モジュールを買い取り、中古事業者が顧客敷地内に中古太陽電池モジュールを設置、発電電力を販売する。所有権は中古事業者のまま。

③ 中古太陽電池モジュールのレンタル・リース業

中古事業者が中古太陽電池モジュールを買い取り、電力需要のある顧客にレンタル・リース。所有権は中古事業者のまま。

3.　健全な中古太陽電池モジュール市場形成のための留意事項

健全な中古太陽電池モジュール市場形成に向けて、留意すべき事項と、対応策の案を以下に示す。

3-1.　適正価格で適正性能の中古太陽電池モジュールを流通させるために

不適正な価格で性能の低い劣悪品が中古市場に出回れば、消費者の信頼を失い、太陽電池モジュールの長期間利用にマイナスとなる。そのため、中古太陽電池モジュール流通に当たっては、価格と性能（出力・発電効率）のバランスのとれたモジュール流通を目指すとともに、一定水準以上を満たせない低性能モジュールを中古市場から排除する必要がある。

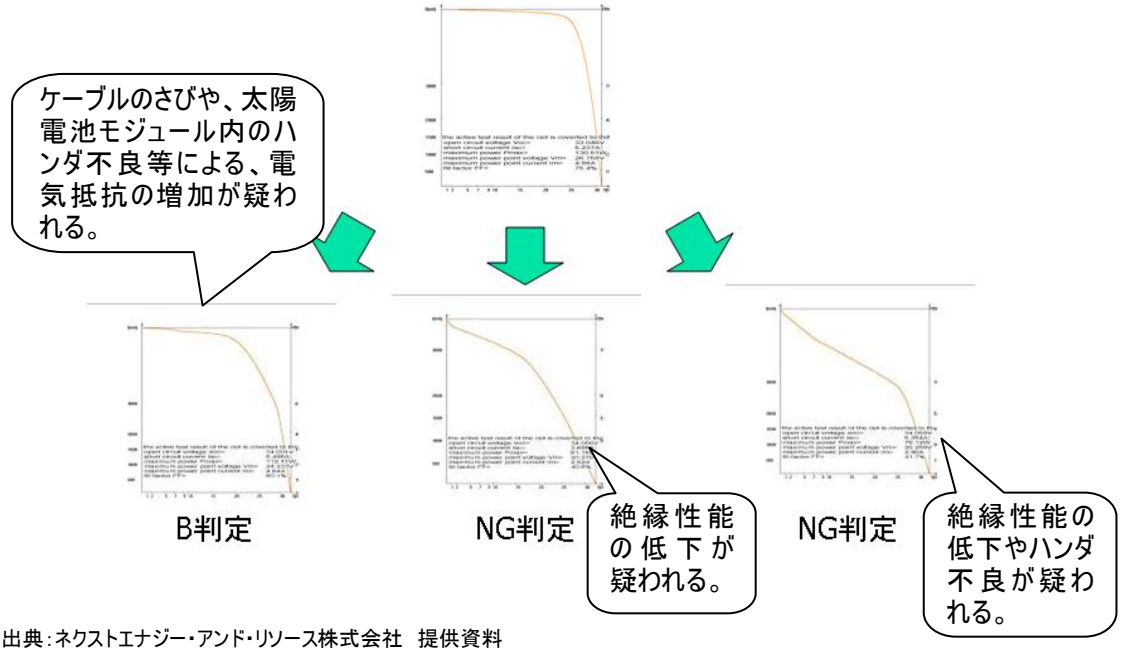
【対策１：中古流通時のモジュール毎の性能チェック、評価体制を整備】

中古太陽電池モジュールの発電設備としての価値は、性能（出力）により決定される。そのため、中古流通事業者は、中古太陽電池モジュールの性能（出力）を高い精度で測定し、その結果と適正な価格をユーザーに示す必要がある。

中古太陽電池モジュールに必要とされる性能チェック項目及び、評価の視点としては出力測定、外観検査、絶縁抵抗検査が挙げられる。

○　出力測定：

ソーラーシミュレータによるI-V測定によるIVグラフ形状の確認が必要。出力数値だけでは、各種劣化の兆候を見落としてしまうリスクがある。なお現状では、I-V 測定結果から劣化の有無を判断する明確な数値基準はないため、劣化の可能性と箇所について、グラフ形状から判断する専門的知識、経験が必要となる。



出典：ネクストエナジー・アンド・リソース株式会社　提供資料

○　外観検査：

目視確認によりリユースに際しての支障の有無を確認する。例えば、以下のような外観不良が考えられる。なお、外観検査は後述する 対策 5 安全性チェック の観点からも必要な項目である。

＜出力又は安全性に問題がある事例＞

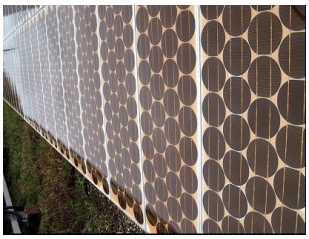
バックシート破損

コネクタ切断

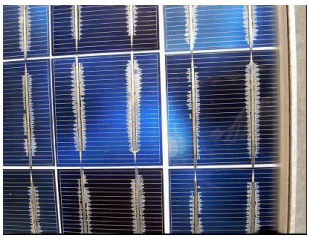
端子ボックス蓋なし

出典：ネクストエナジー・アンド・リソース株式会社　提供資料

＜安全性に問題はないが顕著な劣化現象が見られる事例＞



封止材黄変



封止材の白濁現象

受光面の白色化

出典：JET 受託事業　NEDO 太陽光発電システム共通基盤技術研究開発　～太陽電池評価技術の研究開発～屋外暴露試験

○　絶縁抵抗検査：

絶縁抵抗検査については、JIS や IEC の性能試験規格を参照することが考えられる。安全性を担保するための、必要最低限の測定基準については、今後の検討課題と考えられる。なお、絶縁抵抗検査は後述する 対策 5 安全性チェック の観点からも必要な項目である。

＜性能・安全試験規格例＞

- ✓ IEC 61215、JIS C 8990（地上設置の結晶シリコン太陽電池(PV)モジュールの設計適格性確認及び形式認証のための要求事項）
  - ➢　湿潤濡れ電流試験（JIS C 8990　10.15）
- ✓ IEC 61646、JIS C 8991（地上設置の薄膜太陽電池(PV)モジュールの設計適格性確認及び形式認証のための要求事項）
  - ➢　湿潤濡れ電流試験（JIS C 8991　10.15）
- ✓ JIS C 8992-1、JIS C 8992-2（太陽電池モジュールの安全適格性確認）

性能チェック結果を受けた評価に当たっては、例えば、中古太陽電池モジュールの性能を

いくつかの等級に分類し、等級ごとに適正な価格を設定することも考えられる。

また、性能チェック項目や評価手法、評価結果、価格設定の根拠については、本分野の専門家ではない需要者に対しても分かりやすく説明し（新品性能との比較など）、納得を得た上で販売する必要がある。

なお、将来、メーカーまたは第三者機関が中古太陽電池モジュールの性能評価サービスを提供していくという形態も考えられる。

【関係者への提言：性能チェックについて】

○ 【国／研究開発機関】 中古太陽電池モジュールの性能評価指標・基準の検討

- 中古太陽電池モジュールの販売者、購入者の両者が、性能評価指標・基準を理解した上で、性能に準じた適正な価格で売買が行われることが理想的な中古市場の姿である。健全な中古売買を支援するため、国等は中古流通時の望ましい性能評価項目・基準を示すことが考えられる。（参考：中古住宅に係る住宅性能評価・表示制度、中古車に係る自動車公正競争規約等）
- しかし、現段階では、中古太陽電池モジュールの性能評価基準は数値化できておらず、一部の中古流通事業者において経験則によるチェック・評価が行われているところであり、現時点で望ましい性能評価項目・基準について国等が規定することは困難である。
- そこで、まずは国や研究開発機関等において中古太陽電池モジュールの性能を評価するための指標と基準についての研究・検証を行い、その上で、望ましい性能評価指標・基準を検討することが求められる。なお、中古流通事業者自身による性能評価指標・基準の検討も行われているが、中古太陽電池モジュール取扱い実績数が少ない事業者には検討は困難であるほか、指標・基準検討に係る測定にはコスト負担が大きい。新規参入事業者も含め、中古太陽電池モジュールの適切な性能評価手法を普及させるためには、国や研究機関等による性能評価指標・基準の検討が求められる。

○ 【メーカー】 中古太陽電池モジュールの性能評価手法に係る参考情報提供等、中古業界への適切な協力

- 中古太陽電池モジュールの性能評価手法検討に当たっては、新品の太陽電池モジュールの性能評価手法が参考となる。太陽電池モジュールメーカーでは、新品の出荷や設置後点検等に伴う太陽電池モジュールに係る性能評価手法の開発を実施していると考えられ、このうち、中古太陽電池モジュールの性能評価の参考となるような情報について中古関連業界に提供するなど、中古業界に対する適切な協力が期待される。

○ 【国／研究開発機関】 中古太陽電池モジュールの性能評価に係る測定機器の開発

- 中古太陽電池モジュールの性能評価に当たっては、I-V グラフの確認が必要であるが、現在市販されている I-V 測定機器は非常に高価である。中古太陽電池モジュールが新品より安価であることが中古市場形成の大前提であり、測定機器のコストが高くては、中古市場の成立に支障をきたす。
- 性能評価に係る測定機器の開発には費用と時間が係ることから、中古流通事業者のみがその役割を担うことは困難である上、測定結果の信頼性を担保するためには、機器開発に対する第三者の関与が必要であろう。健全な中古市場形成を支援するため、国や研究開発機関が、中古太陽電池モジュールの

性能評価に係る迅速、簡単、安価な測定機器の開発を支援することが考えられる。

○ 【メーカー】 太陽電池モジュールの性能測定機器に係る参考情報提供等、中古業界への適切な協力

・ 性能評価に係る測定機器についても、新品太陽電池モジュールに係る測定機器の中古太陽電池モジュールへの準用が考えられる。性能評価手法の検討と同様、メーカーにおける性能評価測定機器の開発と、中古市場への参考関連情報の提供等の適切な協力が期待される。

【対策 2：中古流通時における性能に関連する情報を集約・分析】

中古流通業者において、中古太陽電池モジュールの性能評価を行う際、初期値としての新品時の性能情報等は有用である。しかしながら、中古太陽電池モジュールの性能に関する情報には多くの種類があるが、メーカーが保有しているもの、施工業者が保有しているもの、前保有者が保有しているもの等、幅広く分散しているのが現状である。

そこで、中古流通事業者は可能な限り、関連する情報を収集し、性能評価に活用することが望まれる。具体的な性能関連情報には以下のようなものが挙げられる。

○メーカー基礎情報（メーカー名、製造年）
中古品のラベルに記載があるほか、メーカー側、元所有者が把握している。

○新品時の仕様に関する情報
新品時の仕様（公称最大出力、セル種類等）については、販売当時の取扱説明書や、新品に関する補助金申請書類等に記載されており、元所有者が保有しているほか、メーカーライブラリに情報があると想定される。

○故障・メンテナンス履歴情報
故障、メンテナンスへの対応は、内容によって施工会社、メーカーが対応している。両者に情報が蓄積されていると想定される。

○これまでの使用環境　等

【関係者への提言：性能関連情報について】
○【メーカー／国等】性能関連情報の集約と公開

・ 現在は、上述のように性能関連情報について保有者が広く分散しており、しかも、その保管について規定が無いことから、中古流通事業者にとって収集が困難な状況にある。現状では、中古流通業者にとっては、太陽電池モジュール本体に添付されているラベルのみが重要な情報源であるが、それも、経年劣化で内容確認が難しいケースも多い。健全かつ円滑な中古流通のためには、中古流通

時に必要に応じて性能関連情報を適切に入手できる環境づくりが望ましい。

情報種類	含まれる情報	保有者
ラベル	メーカー、製造年、シリアル番号等	太陽光電池モジュールに貼付
仕様書／カタログ	・ セル種類 ・ 公称最大出力 ・ 公称最大出力動作電圧 ・ 公称最大出力動作電流 ・ 公称開放電圧 ・ 公称短絡電流 ・ 外形寸法（幅×奥行×高さ） ・ 質量 ・ 外形図	メーカー 元所有者 施工事業者※
取扱説明書	・ 安全上の注意 ・ 公称出力仕様値（規定電圧での照度別発生電流/規定電流での温度別発生電圧） ・ 設置方法 ・ 保守点検方法	メーカー 元所有者 施工事業者※
補助金 請書類	・ 対象システムの設置予定住所 ・ 対象システムの設置を予定する建物の所有者 ・ 電灯契約者 ・ 工事着工予定日 ・ 建物区分（新築戸建、既築戸建、新築集合住宅、既築集合住宅） ・ 設置方法（建材一体型、架台設置型） ・ 最大出力 ・ 太陽電池モジュールの型式名 ・ メーカー名 ・ 太陽電池モジュールの公称最大出力と使用枚数 ・ インバータ・保護装置の型式名 ・ インバータ・保護装置のメーカー名 ・ インバータ・保護装置の定格出力	JPEC（太陽光発電普及拡大センター） 元所有者 施工事業者※

※ 施工事業者が過去の施工案件に係る仕様書や補助金申請書類等の資料を保管しておくことは義務化されておらず、上記資料を保管しているか否かは事業者の方針によって異なる。

- 現在、住宅用太陽電池モジュールの大半は国による補助金を受けて設置されており、補助金申請の際には性能に関する情報を含む関連書類が JPEC(太陽光発電普及拡大センター)に集約されている。これらの情報のうち、性能に関する情報をデータベース化し、中古流通に当たって活用できる仕組みが望ましい。
- また、太陽電池モジュールの仕様書や取扱い説明書については、メーカーにて保管されている。太陽電池モジュールは近年技術的進展に伴うカタログ改定の頻度が高く、10 年以上前に製造された中古太陽電池モジュールの仕様情報を得ることが困難な状況にある。過去に販売されたモジュールに関する仕様書や取扱い説明書等について、メーカーでの情報保管と、中古業者の求めに応じた適切な情報提供等が期待される。

なお、本調査と並行して実施した標準化 WG において、新品太陽電池モジュールに関する性能表示の標準化についての検討が行われており、将来的には新品性能表示システムの活用が期待される。

【対策３：性能を維持したまま中古太陽電池モジュールを流通させる工夫】

中古太陽電池モジュールの流通に当たっては、住宅屋根からの取り外し、梱包、運搬、新規需要先への設置が必要だが、この工程でモジュールにキズを付けるなどして性能を落としてしまうケースも多い。

住宅用中古太陽電池モジュールの取り外しに当たっては、住宅解体に至る以前に、中古流通業者により適切に行われることが望ましい。また、中古流通業者が他の施工業者等に取り外しを委託する場合においても、適切な取り外しを促すためには中古流通事業者による指導・監督を徹底することが期待される。

また、梱包、運搬に当たっては、専用輸送コンテナの開発等、中古品コスト上昇に繋がらない工夫も考えられる。

（参考：太陽電池モジュール梱包・運搬上の工夫）

- 太陽電池モジュール梱包・運搬に当たっては、特に、バックシートの破損、フレームの変形に注意が必要である。
- 中古流通事業者によると、平積みではバックシートを破損しやすいため、本棚のように立てて差し込める形状の輸送コンテナが望ましいとされる。

【関係者への提言：中古流通途中の性能劣化を防ぐために】

○【国】太陽電池モジュールの安全かつ適切な取り外しに向けて

- **現在、住宅用太陽電池モジュールの屋根への設置については『PV 施工士（仮称）』など、適切な設置を促すための制度が検討されている。一方、太陽電池モジュールの取り外しに関しては検討が行われていない。**
- **安全性確保と、中古市場投入に耐えうる品質を確保するための適切な取り外しのためには、太陽電池モジュールの取り外し工程についての制度も検討する必要があるのではないか。**

【対策４：中古太陽電池モジュール販売に当たって性能保証等サービスを整備】

太陽電池モジュールについては新品・中古共に、消費者の安心・安全のために、性能保証等のサービスに対するニーズが高い。

中古太陽電池モジュール販売に当たっては、対策 1 やその他性能評価結果をもとに性能を保証し、万一期間内に性能劣化が見られる場合には保証した性能を満たせる別の製品への交換を行う等、健全な市場の形成に資するサービスの提供が期待される。

なお、中古太陽電池モジュールの海外輸出など、性能保証・交換制度の構築が困難な場合には、性能保証・交換等のサービスを提供できないことを差し引いた適正な価格での流通が求められる。

【関係者への提言：中古太陽電池モジュール性能保障に資する寿命等評価手法の開発】

○ 【国/研究機関】 中古太陽電池モジュール性能保障に資する寿命等評価手法の開発

- 中古太陽電池モジュール販売に際して性能保障サービスを提供するためには、販売前に当該太陽電池モジュールの劣化状況を把握し、寿命を予測することが必要である。しかし、現段階では、太陽電池モジュールの劣化度合や寿命の予測手法は技術的に確立されておらず、中古事業者が性能保障サービスの提供を検討することが困難な状況にある。
- 健全な中古市場の形成に向けて、国や研究開発機関においては、太陽電池モジュールの劣化や寿命に関する診断・予測手法の開発が期待される。

3-2. 安全な中古太陽電池モジュールを流通させるために

太陽電池モジュールの使用中に発生した何らかの破損・故障等が原因で、漏電による事故発生リスクが高まる可能性もある。

安全な中古太陽電池モジュールの流通が、健全な中古市場形成の前提条件であり、中古流通に当たっては、安全性の確保に資する取組みが求められる。

（参考：太陽電池モジュールによる事故リスク）

- 絶縁性能が低下している場合は漏電の可能性があり、感電リスクが懸念される。
- なお、海外においてはバイパスダイオードの不良による火災の可能性が議論になっていること、検討委員会でもそのような可能性が指摘されていることから、引き続き検証が求められる。

※ なお、太陽電池モジュールによる事故リスクは新品も同様に抱えており、以下リスク事例は中古太陽電池モジュールに限定されたリスクではない。

【対策５：中古流通段階において安全性をチェックし、チェック結果を元に市場投入】

安全な中古太陽電池モジュールを流通させるためには、中古流通段階において、モジュールの安全性チェックを行い、安全であることを確認できた製品のみの市場投入が求められる。

中古流通に当たって求められるチェック項目としては、外観検査、絶縁検査が挙げられる。

＜外観検査＞

漏電等のリスクのある中古品は、熱による変色・変形や、破損など、外観検査で抽出できることも多い。中古流通に当たっては、目視にて外観検査を行い、外観上問題のある中古品については、安全性の評価を慎重に行う必要がある。

○外観検査で見られる不良例（対策１　再掲）

例：バックシート破損

（バックシート破損により、水分がモジュール内部に浸透した場合にハンダの劣化、ホットスポットの出現が懸念される）

⇒小規模な破損は、バックシートの補修作業を行う。規模の大きな場合は販売断念。

出典：ネクストエナジー・アンド・リソース株式会社　提供資料

＜絶縁抵抗検査＞

漏電による事故を防ぐためにも絶縁検査は必須検査項目。また、絶縁検査に当たっては、降雨時での安全性を念頭に、湿潤状態での検査が望ましい。

○　絶縁抵抗検査（対策１　再掲）

絶縁抵抗検査については、JIS や IEC の性能試験規格を参照することが考えられる。安全性を担保するための、必要最低限の測定基準については、今後の検討課題と考えられる。

＜性能・安全試験規格例＞

- ✓ IEC 61215、JIS C 8990（地上設置の結晶シリコン太陽電池(PV)モジュールの設計適格性確認及び形式認証のための要求事項）
  - ➢ 湿潤濡れ電流試験（JIS C 8990　10.15）
- ✓ IEC 61646、JIS C 8991（地上設置の薄膜太陽電池(PV)モジュールの設計適格性確認及び形式認証のための要求事項）
  - ➢ 湿潤濡れ電流試験（JIS C 8991　10.15）
- ✓ JIS C 8992-1、JIS C 8992-2（太陽電池モジュールの安全適格性確認）

以上のような検査で安全性を確認した中古太陽電池モジュールについては、購入者に対して確認結果を示し、安全性についての理解を得た上での販売が望まれる。

なお太陽電池の安全な利用、故障の防止には、適切な施工が必須であり、施工事業者の施工技術の向上のための仕組みづくり（例：PV 施工士（仮称）等）も重要である。

【関係者への提言：中古太陽電池モジュールの安全な利用のために】

○【国／研究開発機関】中古太陽電池モジュールの安全性評価手法の検討

- 対策1に示した性能評価手法と同様、安全性評価手法についても、現段階では一部の中古流通事業者において関連する規格等を準用しつつ独自の手法が行われているのみであり、必要最低限の安

全性評価項目・基準について国等が規定することが困難な状況にある。
- そこで、国や研究機関等には、性能評価手法同様、中古太陽電池モジュールの安全性を評価するための指標と基準について、研究・検証を行い、望ましい安全性評価手法を検討することが求められる。
- また、適切な施工を促進する仕組みづくり（例：PV 施工士（仮称））も求められる。

〇【メーカー】安全性評価手法に係る参考情報提供等中古業界への適切な協力
- 前述のとおり、太陽電池モジュールの事故リスクは新品・中古共通して有していることから、当然ながらメーカーにおいては、安全性の高い太陽電池モジュールの市場導入が求められる。また、新品太陽電池モジュールについて開発した安全性評価手法について、中古太陽電池モジュールの参考となるような情報があれば中古関連業界に提供する等、中古業界への適切な協力が期待される。

【対策６：納入した太陽電池モジュールに対する定期点検・メンテナンス】

中古流通段階における安全性チェックを通過しても、その後の利用段階で安全上の支障が生じることも想定される。そのため、中古製品といえども納入後の安全かつ快適な利用を支援すべく　定期点検・メンテナンスを実施することが望ましい。

※ 定期点検・メンテナンスの必要性については、新品についても同様である。新品太陽電池モジュールのメンテナンスについては、本調査と並行して実施された標準化 WG で検討されており、新品に対するメンテナンス制度を参照し、中古太陽電池モジュールについてのメンテナンス制度を検討していくことが望ましい。

【関係者への提言；太陽電池モジュールの定期点検・メンテナンスの普及に向けて】

〇【国／研究開発機関】中古市場を想定した定期点検・メンテナンス項目の指定、手法の開発
- 太陽電池モジュールの定期点検・メンテナンスの必要性は新品・中古共通であり、新品については点検・メンテナンス制度の標準化について検討されている。
- 中古市場での定期点検・メンテナンス制度確立に向けては、引き続き新品太陽電池モジュールに係る定期点検・メンテナンスの在り方が検討され、点検・メンテナンス項目の指定、手法の開発が進むことが期待される。

3-3.　中古太陽電池モジュールの将来的な適正処理を担保するために

新品同様、中古市場を経由した太陽電池モジュールについても、使用終了に当たってはもれなく適性処理を担保する必要がある。なお、今後普及が予想される一部の太陽電池モジュールには、カドミウム等の有害懸念物質が含まれる可能性もある。中古太陽電池モジュールの使用終了後に、これら有害物質含有リスクに配慮した適切な処理が行われるためには、適正処理方法等に関する情報を解体・処理事業者に伝達する工夫が求められる。

【対策７：適正処理方法に関する表示を貼付】

中古太陽電池モジュールが廃棄される際、適正な処理が行われるよう、適正処理に資する情報を太陽電池モジュール本体に記載することが期待される。

ただし、現状では、新品太陽電池モジュールに対する適正処理関連情報の表示が行われていないため、中古流通事業者が処理方法に関する情報を中古品に表示することは困難な状況にある。

【関係者への提言：中古太陽電池モジュールの適正処理情報の伝達】

○【国等】有害懸念物質を含む太陽電池モジュールについての適正処理関連情報伝達

- 現在、新品太陽電池モジュールについて、有害懸念物質含有情報や適正処理関連情報を表示・添付する制度はない。そのため、中古品として回収しても、当該モジュールの適切な処理方法を推察することは困難な状況である。
- 今後、有害懸念物質を含む太陽電池モジュールが開発・市場導入される可能性もあり、情報表示・伝達方法を含め、これらの太陽電池モジュールに適正な利用と処理を担保するためのシステムを検討する必要がある。（本調査と平行して作成している「有害物質含有リスクに配慮した適性処理等ガイドライン」参照）

表 3-1 中古太陽電池モジュールの健全な市場形成に向けて求められる対策

対策方法	対策主体	期待される取組
3－1. 適正価格で適正性能の中古太陽電池モジュールを流通させるために		
対策1：中古流通時においてモジュールごとの性能チェック、評価体制を整備	中古流通業者	性能チェック（外観、出力、絶縁抵抗等） 性能評価と評価に応じた価格設定 性能評価結果等の需要者への説明
	国	中古太陽電池モジュールの性能評価指標・基準の検討 中古太陽電池モジュール性能評価に係る測定機器の開発
	研究機関	中古太陽電池モジュールの性能評価手法の研究・検証 中古太陽電池モジュール性能評価に係る測定機器の開発
	メーカー	太陽電池モジュールの性能評価手法に係る参考情報提供等、中古業界への適切な協力 太陽電池モジュールの性能測定機器に係る参考情報提供等、中古業界への適切な協力
対策2：中古流通時における性能に関連する情報を集約・分析	中古流通業者	性能関連情報（仕様、故障履歴等）の収集と分析
	国	補助金申請書類に記載された性能情報のデータベース化と公開 新品太陽電池モジュールに係る性能表示の在り方検討（中古流通時の情報活用に配慮）
	メーカー・輸入業者	過去に市場導入した製品のカタログ等の保管と、情報提供等、中古業界への適切な協力
対策3：性能を維持したまま中古太陽電池モジュールを流通させる工夫	中古流通業者	中古太陽電池モジュール取り外し実行、もしくは、指導・監督 梱包・運輸上の工夫
	国	太陽電池モジュールの安全かつ適切な取り外しを実現するための仕組み検討
対策4：中古太陽電池モジュール販売に当たって性能保証等サービスを整備	中古流通業者	性能保証サービスの整備
	国	中古太陽電池モジュール性能保障に資する寿命等評価手法の開発
	研究機関	中古太陽電池モジュール性能保障に資する寿命等評価手法の開発
3－2. 安全な中古太陽電池モジュールを流通させるために		
対策5：中古流通段階において安全性をチェックし、チェック結果を元にした市場投入	中古流通事業者	安全性チェック（外観検査、絶縁検査） 購入者に対する安全性情報の伝達
	国	中古太陽電池モジュールの安全性評価手法の検討
	研究開発機関	中古太陽電池モジュールの安全性評価手法の研究・検証
	メーカー	安全性の高い太陽電池モジュールの市場導入 安全性評価手法に係る参考情報提供等中古業界への適切な協力
対策6：納入した太陽電池モジュールに対する定期点検・メンテナンス	中古流通業者	納入モジュールに対する点検・メンテナンスの検討
	国	太陽電池モジュールに係る点検・メンテナンス制度の検討継続
	研究開発機関	太陽電池モジュールに係る点検・メンテナンス項目・手法の開発
3－3. 中古太陽電池モジュールの将来的な適正処理を担保するために		
対策7：適正処理方法に関する表示を貼付	中古流通事業者	適正処理に資する情報の表示貼付
	国	特に有害懸念物質を含む太陽電池モジュールについて、適正処理情報の伝達に係る枠組み検討

4. 中古太陽電池モジュール購入者に示すことが望ましい情報等

３．に挙げた留意事項を踏まえ、中古流通事業者が中古太陽電池モジュール販売に当たって購入者に示すことが望ましい情報やモジュールへの貼付表示内容等を検討した。

検討に当たっては以下の原則を念頭においた。

① 購入者は一般的に太陽電池モジュールについての専門的知見を有していないことから、わかりやすい情報提供を心がけるほか、相談窓口情報の提供を重視する。

② モジュールに貼付すべき表示内容は、メンテナンスを行う事業者や、中古太陽電池モジュール使用終了後の解体を担う解体事業者が確認すべき情報であり、適正管理・処理を担保するために必要な情報を記載する。

③ 購入者が中古太陽電池モジュールのメンテナンスや修理を依頼する事業者を自由に選択できるよう、販売時に中古太陽電池モジュールに関して収集した情報は原則として全て購入者にも複写を提供する。

以上の原則を踏まえ、中古太陽電池モジュールの販売に当たって購入者に示すことが望ましい情報等を検討した結果を表 4-1 に示す。

表 4-1　中古太陽電池モジュール購入者に示すことが望ましい情報

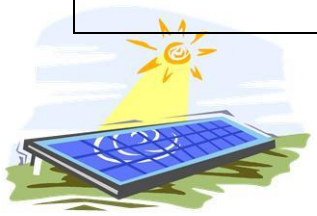
購入者に示すべき情報	産業向け	独立電源向	海外向け	住宅向け	理由
性能情報 ・ 測定出力（定格出力、開放電圧、短絡電流、適切動作電圧、適切動作電流） ・ 測定条件 ・ 求められる場合には、I-V カーブ測定結果	◎	◎	◎	◎	太陽電池モジュールでは出力が最大の価値であることから、購入中古モジュールの価値を認識して販売価格に納得するためには性能情報の伝達は必須。また、購入者自身が中古太陽電池モジュールの故障や性能劣化を確認するためには、購入時点の性能情報が必要になるため。
安全性点検結果 ・ 検査の内容とその結果	◎	◎	◎	◎	購入者が安心して中古太陽電池モジュールを利用するためには、中古流通時点で十分な安全性点検が行われたという実績情報が必要である。
仕様 ・ メーカー ・ 製造年 ・ 型式 ・ 寸法・重量 ・ カタログ値（新品出力）	○	○	△	○	購入した中古太陽電池モジュールの基礎情報として仕様情報の提供が望ましい。例えば、購入者が次に新品太陽電池モジュールを購入する際、また、新品時と中古製品の性能比較を行う際の参考情報となりえる。
価格と内訳 ・ 含まれるサービス内容（保証制度、メンテナンス制度等の有無） ・ 価格決定根拠（評価結果ごとの価格表など）	◎	◎	◎	◎	価格とサービス提供範囲について中古流通業者と購入者が十分協議の上で確定し、お互いが購入条件を確認できるよう、ウェブサイトの活用等を含め、情報を保有しておく必要がある。
連絡先 ・ メンテナンスを担う主体により中古流通業者、施工業者の連絡先など	◎	◎	○	◎	中古太陽電池モジュールが納入後順調に稼動し出力を維持し続けるためには、メンテナンスや故障時の迅速な対応が求められる。多くの購入者は太陽電池モジュールの技術的な専門家ではないことから、メンテナンスや故障対応についての連絡先や関連ウェブサイト等を明示しておくことが販売者の責任である。
その他 ・ 過去のメンテナンス実績 ・ 過去の使用履歴	△	△	△	○	これら情報は収集が困難であるが、入手できた場合には、提供することが望ましいと考えられる。

◎情報提供が必須、○情報提供が望ましい、△購入者ニーズに応じて提供を検討

また、モジュールに貼付することが望ましい性能表示について表 4-2 に、表示形式について図 4-1 に示す。

表 4-2　中古太陽電池モジュール販売に当たって貼付することが望ましい性能表示

貼付表示が望ましい項目	理由
仕様基礎情報 ・　メーカー ・　製造年 ・　型式 ・　シリアル番号	メンテナンスや、適正処理に当たっては、仕様から製品型式を特定し、同型製品のメンテナンス・適正処理関連情報を収集することも有用である。そこで、製品型式を特定するための最低限の情報を貼付することが望ましい。 情報源;モジュールへのメーカー表示銘版の記載
出力情報 ・　出力測定値 ・　測定時期	メンテナンスに当たっては、モジュールの出力が重要な情報。メンテナンス受託事業者が当初出力との変化を把握することができるよう、モジュール本体にも記載しておくことが望ましい。 情報源:測定値
適正処理方法に関する情報 ・　含有物質・濃度 ・　適正処理方法についての問い合わせ先	特に有害性懸念物質を含む太陽電池モジュールなど、使用終了後の処理時点で特別の注意が求められる場合には、含有物質等についての記載、(回収・処理方法についての手続きが決まった段階では)適正処理方法についての問い合わせ先についての記載が望ましい。 ※ただし、現状ではモジュールの適正処理方法について中古流通事業者が情報を得る手段は無く、新品時に銘版に表示する等の取組が必要。
安全点検結果	上記同様故障・メンテナンスに当たって、参考となる情報として、中古流通時点における安全性点結果の概要も貼付することが期待される。
中古流通事業者連絡先	メンテナンスや適正処理にあたり、中古流通事業者から必要とする情報を入手することも考えられるため、中古流通事業者の名称や連絡先等情報は有用。



【仕様】 株式会社●●製(平成 12 年)　型式:ABC-1　No:1234567
【現在出力】 定格出力 50W 開放電圧 20V 短絡電流 3.8A 最大出力動作電圧 17V 最大出力動作電流 3.3A (2011 年 1 月 15 日測定)
【有害物質情報】 カドミウム含有 ●g/m2 破砕・溶融処理を推奨
【中古流通事業者連絡先】 ●●電気株式会社

図 4-1　中古太陽電池モジュールへの性能表示内容案

参考資料：他の中古製品における性能表示状況について

耐用年数が長い、電気を流す等の共通項目を有する他の中古製品についての性能表示状況について参考情報を収集した。なお、太陽電池モジュールは他の製品と異なり、製品そのものの価値よりも、出力が評価される特質があることに留意が必要である。

① 中古車

- 自動車業界では新車・中古車それぞれについて自動車公正競争規約を定めて販売時の表示等について細く規定。
- 社団法人自動車公正取引協議会によると、自動車公正競争規約は業界が自主的に設定した自動車を販売する際の表示と景品提供に関するルールだが、表示連絡会等において消費者や学識経験者の意見を取り入れ、さらに公聴会を経て、不当景品類及び不当表示防止法（以下、「景品表示法」という。）第１２条に基づき公正取引委員会から認定を受けた社会的に認められたルールとされる。（ちなみに、自動車以外にも不動産、銀行、旅行、家電製品、タイヤ等の業界においても商品特性や取引実態に則した「公正競争規約」が存在）

※ 景品表示法では、公正競争規約制度を設けて表示や景品類に関して公正取引委員会の認定を受けて、不当な顧客の誘因を防止し、公正な競争を確保するための規約を設定することができるとしている。

自動車公正競争規約　中古車表示に関するルール

① **店頭展示車、新聞・チラシ・インターネット等の広告の表示**
店頭の展示車には、「販売価格」、「走行距離数」、「整備の実施」、「保証の有・無」、「修復歴の有無」等を表示すること。
新聞、チラシ、インターネット等の広告に販売価格を表示する場合は、店頭展示車と同様の事項の表示に加え、車台番号の下 3 桁以上を表示すること。

② **特定の車両状態(※)の表示**
店頭の展示車が特定の車両状態に該当する場合は、必要な事項を書面に 記入し表示すること。
※走行距離計が交換されている車両、走行距離数に疑義がある車両、走行距離計の改竄が判明した車両、修復暦がある車両、定期点検整備なしで要整備箇所がある車両

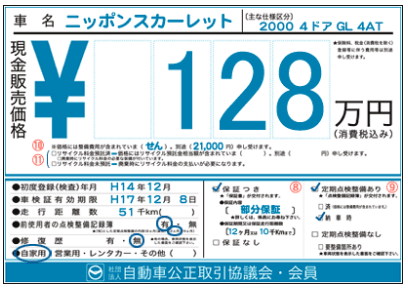
③ **不当表示の禁止**
走行距離が実際のものよりも少ないものであるかのような表示や、修復歴があるにもかかわらず、修復歴がないかのような表示は行わないこと。

出典：社団法人自動車公正取引協議会　ウェブサイトより
http://www.aftc.or.jp/am_kiyaku/index.html

- 中古車に関する自動車公正競争規約の概要を以下に示す。

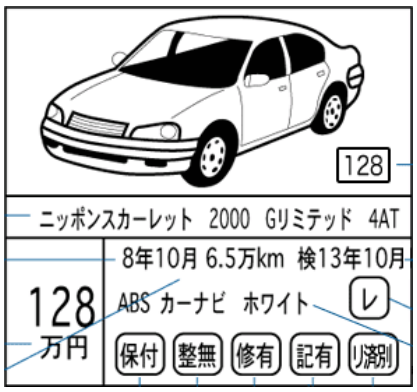
【例：店頭表示項目】
① 販売価格（店頭で車両を引き渡す場合の現金販売価格　税込み）
② 初度登録年月（軽自動車にあっては初度検査年）
③ 自動車検査証の有効期限
④ 走行記録数（キロ数に疑義がある場合は、「？」と推定キロ数、推定できる根拠がない場合は「不明」と表示、走行距離計が改ざんされている場合「改ざんされている旨」を表示、走行距離計を自社で取替えた場合、取替え前・後のキロ数を表示）
⑤ 前使用者の点検整備記録簿の有無（展示時点から遡り2年以内に定期点検整備が行われ、その点検整備記録簿が展示車両に備え付けられている場合に「有」と表示。「有」の場合、定期点検整備の内容を付記）
⑥ 修復歴の有無（車体の骨格に当たる部位の修正及び交換歴がある場合に「有」と表示され、別途書面により修復箇所が表示）
⑦ 使用歴（自家用、営業用、レンタカー、その他の使用歴を表示）
⑧ 保証の有無（「保証つき」の場合、「保証内容」、「保証期間又は保証走行距離数」を付記）
⑨ 定期点検整備実施状況（定期点検整備を実施して販売する場合、「定期点検整備あり」と表示、 販売（展示）時までに実施する場合「済」と表示、販売時以降、車両引渡し時までの間に実施する場合、「納車時」と表示、 定期点検整備を実施しない場合、「定期点検整備なし」と表示）
⑩ 定期点検整備あり(納車時)と表示した場合の整備費用に関する表示
⑪ リサイクル料金の表示

出典：社団法人自動車公正取引協議会　ウェブサイトより
http://www.aftc.or.jp/am_kiyaku/index.html



【例：広告表示項目】 各項目の内容は店頭表示と同様
① 車名、主な仕様区分
② 初度登録年月
③ 販売価格
④ 走行記録数
⑤ 使用歴
⑥ 自動車検査証の有効期限
⑦ 前使用者の点検整備記録簿の有無
⑧ 保証の有無
⑨ 定期点検整備実施状況
⑩ 修復歴の有無
⑪ 塗色
⑫ 車台番号（下3桁以上）
⑬ リサイクル料金の表示

出典：社団法人自動車公正取引協議会　ウェブサイトより
http://www.aftc.or.jp/am_kiyaku/index.html

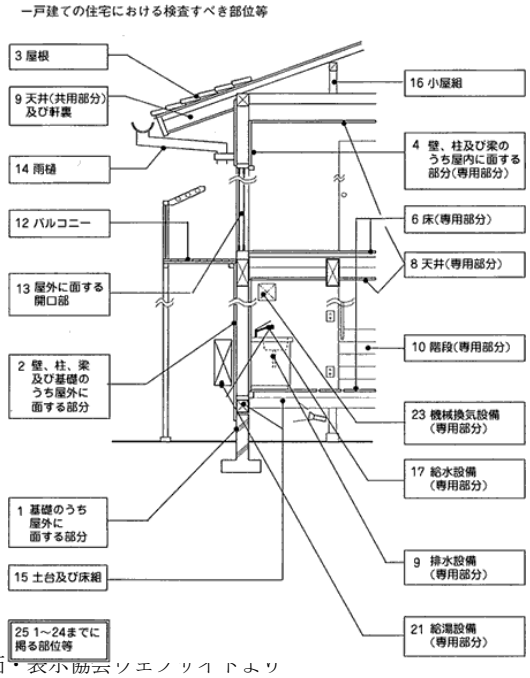


（表示以外の性能・安全信頼性担保の仕組み）
・ 中古車販売を行うためには古物営業法に基づく古物商の資格が必要であり、資格のある販売点は標識を掲示

② 中古住宅

- 平成 12 年に施行された「住宅の品質確保の促進等に関する法律」(略称「品確法」) に基づき、平成 14 年、既存住宅性能表示制度がスタートした（新築の建物についてはすでに住宅性能表示が実施されていた)。
- 既存住宅表示制度では、中古住宅の売買について利害関係のない第三者（国土交通大臣に登録を行った、登録住宅性能評価機関）が全国統一基準で傷み具合を評価する。マンションでも戸建住宅でも利用することができ、例えばマンションでこの制度に基づいて、専有部分をはじめ、エントランスホール、階段、廊下、共用配管などの共用部分の検査を受けることで、その後のマンションの維持管理に役立てるといった利用も可能。
- 評価は現況検査により、評価項目は「ひび割れ」や床の「傾き」、壁や天井の「漏水等のあと」などで、一戸建て、共用住宅ごとに定められている。また、住宅の劣化等の状況を容易に把握しやすいように、一定の項目の個々の検査結果に基づいて、その住宅全体の総合的な判定も行う（総合判定)。オプションで木造住宅の腐朽や蟻害の検査も可能。

【例:一戸建て住宅の評価項目】



出典：一般社団法人　住宅性能評価・表示協会ウェブサイトより

http://www.hyoukakyoukai.or.jp/seido/kizon/index.html

・ 評価結果をもとに、以下のような項目についての性能評価書が公布される。既存住宅での性能表示項目は、新築住宅より限られている。

表　住宅性能評価制度における表示項目

評価分野	新築住宅	既存住宅	
		新築時に建設住宅性能評価書が交付された住宅	すべての既存住宅
構造の安定	●	●	一部のみ
火災時の安全	●	●	一部のみ
劣化の軽減	●	―	―
維持管理への配慮	●	●	―
温熱環境	●	―	―
空気環境	●	一部のみ	一部のみ
光・視環境	●	●	●
音環境	●	―	―
高齢者等への配慮	●	●	●
防犯	●	●	●

出典：住宅金融公庫　http://www.jhf.go.jp/jumap/navi/buy/step15.html

・ また、本制度で性能評価を行った場合、評価書に下図のマークを付すことが求められる。

建設住宅性能評価（既存住宅）用の評価書に付すべきマーク

図　既存住宅性能評価制度による表示マーク

出典：一般社団法人　住宅性能評価・表示協会ウェブサイトより

http://www.hyoukakyoukai.or.jp/seido/kizon/index.html

・ なお、この制度の利用は任意となっており、まだ利用する物件は少ない。

③ 家電

・ 新品家電については、自動車同様、公正取引委員会から認定を受けた公正競争規約で表示ルールが定められているが、中古家電は対象外となっている。

（その他、法規制に基づく表示制度）

④ 長期使用製品安全点検・表示制度

・ 消費生活用製品安全法に基づき、屋内式ガス瞬間湯沸器など、ガス、石油、電気を使用する設置式の 9 品目が対象を対象に、平成 21 年 4 月「長期使用製品安全点検・表示制度」が始まっている。

・ 長期使用製品安全点検制度の対象製品は長い間使用を続けていると、経年劣化により、火災や死亡事故などを起こすおそれがあるもの。対象品目は以下の通りである。

- 屋内式ガス瞬間湯沸器（都市ガス用）
- 屋内式ガス瞬間湯沸器（プロパンガス用）
- 屋内式ガスバーナー付ふろがま（都市ガス用）
- 屋内式ガスバーナー付ふろがま（プロパンガス用）
- 石油給湯機
- 石油ふろがま
- ＦＦ式石油温風暖房機
- ビルトイン式電気食器洗機
- 浴室用電気乾燥機

・ 対象製品の保有者には、購入時にメーカー・輸入業者にユーザー登録し（後年メーカー等が点検時期のお知らせを行う目的）のために、点検時期が来た際に点検を受ける責務がある。特にマンションやアパートのオーナーは特に保守点検が求められるとされる。また、対象製品の販売事業者には本制度の説明責任が課される。

・ 扇風機や洗濯機などの家電製品 5 品目については、点検制度ではなく、標準使用期間と経年劣化の注意を促す長期使用製品安全表示制度が始まった。表示制度の対象項目は以下の通り。

- 扇風機
- 換気扇
- 洗濯機（洗濯乾燥機を除く）
- エアコン
- ブラウン管テレビ

・ 点検制度と違って、製品の法定点検は行わないが、経年劣化による事故件数の多い家電製品 5 品目について、設計上の標準使用期間と経年劣化についての注意喚起の表示が、メーカーなどに義務化される。

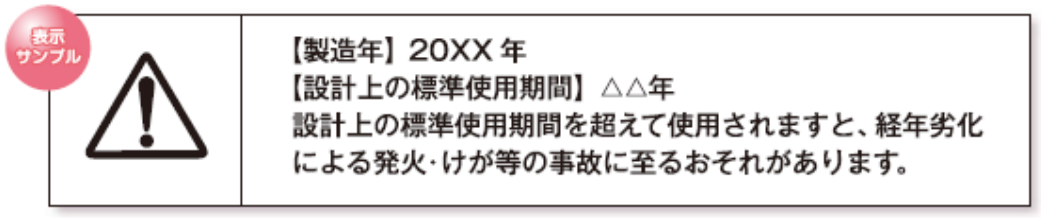


図　長期使用製品安全表示制度に基づく表示イメージ

出典：経済産業省ウェブサイト

http://www.meti.go.jp/product_safety/producer/shouan/07kaisei.html

⑤ 電気用品安全法

電気用品安全法では、電気用品の製造または輸入事業を行うためには、国への事業届出、基準適合確認、自主検査を行い、販売に当たっては、適合性検査の受検（特定電気用品の場合に限る）、表示を行うことが求められる。製造または輸入事業を行わず、販売のみを行う場合には表示を確認することが求められる。特定電気用品には１１５品目が指定され、電熱機器や変圧器等が含まれる。

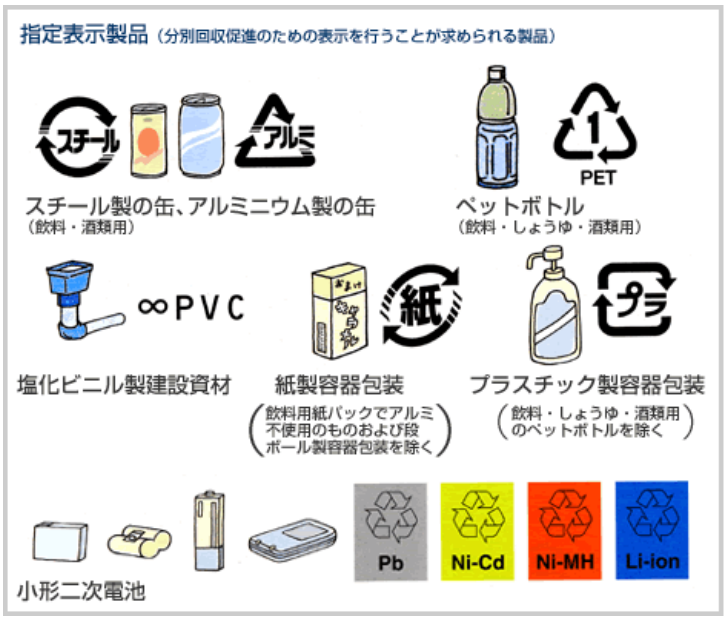
図　電気用品安全法による表示項目

出典：経済産業省ウェブサイト

http://www.meti.go.jp/policy/consumer/seian/denan/index.htm

⑥ 資源有効利用促進法

資源有効利用促進法では、分別回収促進のための表示を行うことが求められる製品を指定表示製品とし、以下の製品を指定している。



出典：経済産業省ウェブサイト

http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/law/02/index03.html

3.2.2 健全な中古太陽電池モジュール市場の形成に向けて ～各ステークホルダーの役割～

本調査を通じて、健全な中古太陽電池モジュール市場を形成するためには、中古市場に参入する事業者のみならず、国、研究機関、メーカー等関係主体にさまざまな取組みが求められることが示された。各ステークホルダーに求められる取組みを以下にまとめる。

【国等に求められる取組み】

○　将来的な中古市場におけるビジネスモデルの見極め

性能表示ガイドライン 2. に示したとおり、現時点では中古太陽電池モジュール市場の将来的なビジネスモデルを正確にイメージすることは困難な状況にある。太陽電池モジュールの耐用年数は 20 年以上と長く、将来的な需給バランス、ビジネス形態を想定することは難しい。また、太陽電池モジュールは近年技術的進歩が目覚しく、今後中古市場に流通する太陽電池の形状や構造すら、現時点では流動的である。

国として健全な中古太陽電池モジュール市場の形成を促すためには、今後とも太陽電池モジュールの普及状況や中古品ニーズ等情報を注視し、将来的な中古太陽電池モジュール市場の姿を見極めることが求められる。

○　中古市場流通を念頭に置いた新品太陽電池モジュール関連制度設計

我が国において、住宅用太陽電池モジュールは普及拡大段階に入りつつあり、国では円滑な普及に向けた各種制度づくりを行っているところである。具体的には、本調査と平行して検討された太陽光発電システムの標準化が挙げられる。

性能表示ガイドライン 3. で示したとおり、性能情報の伝達や、性能や安全性評価項目・基準など、健全な中古市場の形成を支援するためには、新品時点での制度づくりがキーとなる場合が多い。健全な中古市場形成に向けて、新品太陽電池モジュール関連制度の設計に当たっては、中古市場での流通を視野に入れた検討が期待される。

○　中古太陽電池モジュールの価値についての普及啓発

健全な中古市場を形成するための前提として、中古太陽電池モジュールが継続利用に耐える品質を有していることに加え、中古太陽電池モジュールの価値が社会的に認知されていることが求められる。すなわち、太陽電池モジュールに対して『使い捨て』の意識を排除し、『中古として使える可能性がある』ことを太陽光発電システム利用者・利用希望者に浸透させることが重要である。

○　性能表示ガイドラインに示された国の役割

対策方法	期待される取組
3－1. 適正価格で適正性能の中古太陽電池モジュールを流通させるために	
対策 1:中古流通時においてモジュールごとの性能チェック、評価体制を整備	・ 中古太陽電池モジュールの性能評価指標・基準の検討 ・ 中古太陽電池モジュール性能評価に係る測定機器の開発
対策 2:中古流通時における性能に関連する情報を集約・分析	・ 補助金申請書類に記載された性能情報のデータベース化と公開 ・ 新品太陽電池モジュールに係る性能表示のあり方検討（中古流通時の情報活用に配慮）
対策 3:性能を維持したまま中古太陽電池モジュールを流通させる工夫	・ 太陽電池モジュールの安全かつ適切な取り外しを実現するための仕組み検討
対策 4:中古太陽電池モジュール販売にあたって性能保証等サービスを整備	・ 中古太陽電池モジュール性能保障に資する寿命等評価手法の開発
3－2. 安全な中古太陽電池モジュールを流通させるために	
対策 5:中古流通段階において安全性をチェックし、チェック結果を元にした市場投入	・ 中古太陽電池モジュールの安全性評価手法の検討
対策 6:納入した太陽電池モジュールに対する定期点検・メンテナンス	・ 太陽電池モジュールに係る点検・メンテナンス制度の検討継続
3－3. 中古太陽電池モジュールの将来的な適正処理を担保するために	
対策 7:適正処理方法に関する表示を貼付	・ 特に有害懸念物質を含む太陽電池モジュールについて、適正処理情報の伝達にかかる枠組み検討

【研究開発機関に求められる取組み】

○　中古太陽電池モジュールの品質評価にかかる技術的支援

中古太陽電池モジュールの円滑な流通にあたっては、性能表示ガイドライン 3. に示したとおり、性能や安全性に関するチェックが必須であるが、現状ではチェック項目や評価基準について明確な指標が無く、中古流通事業者の経験則に頼っている。健全な中古市場の形成に向けては、性能や安全性についての信頼性の高い評価が必要であり、研究開発機関による技術的支援が特に求められる。

○　性能表示ガイドラインに示された研究開発機関の役割

対策方法	期待される取組
3－1. 適正価格で適正性能の中古太陽電池モジュールを流通させるために	
対策 1:中古流通時においてモジュールごとの性能チェック、評価体制を整備	・ 中古太陽電池モジュールの性能評価手法の研究・検証 ・ 中古太陽電池モジュール性能評価に係る測定機器の開発
対策 4:中古太陽電池モジュール販売にあたって性能保証等サービスを整備	・ 中古太陽電池モジュール性能保障に資する寿命等評価手法の開発
3－2. 安全な中古太陽電池モジュールを流通させるために	
対策 5:中古流通段階において安全性をチェックし、チェック結果を元にした市場投入	・ 中古太陽電池モジュールの安全性評価手法の研究・検証
対策 6:納入した太陽電池モジュールに対する定期点検・メンテナンス	・ 太陽電池モジュールに係る点検・メンテナンス項目・手法の開発

【メーカーに求められる取組み】

○　性能表示ガイドラインに示されたメーカーの役割

対策方法	期待される取組
3－1. 適正価格で適正性能の中古太陽電池モジュールを流通させるために	
対策 1:中古流通時においてモジュールごとの性能チェック、評価体制を整備	・　太陽電池モジュールの性能評価手法にかかる参考情報提供等、中古業界への適切な協力 ・　太陽電池モジュールの性能測定機器にかかる参考情報提供等、中古業界への適切な協力
対策 2:中古流通時における性能に関連する情報を集約・分析	・　過去に市場導入した製品のカタログ等の保管と、情報提供等、中古業界への適切な協力
3－2. 安全な中古太陽電池モジュールを流通させるために	
対策 5:中古流通段階において安全性をチェックし、チェック結果を元にした市場投入	・　安全性の高い太陽電池モジュールの市場導入 ・　安全性評価手法にかかる参考情報提供等中古業界への適切な協力

3.3 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等の在り方に関する調査

3.3.1 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等ガイドラインの作成

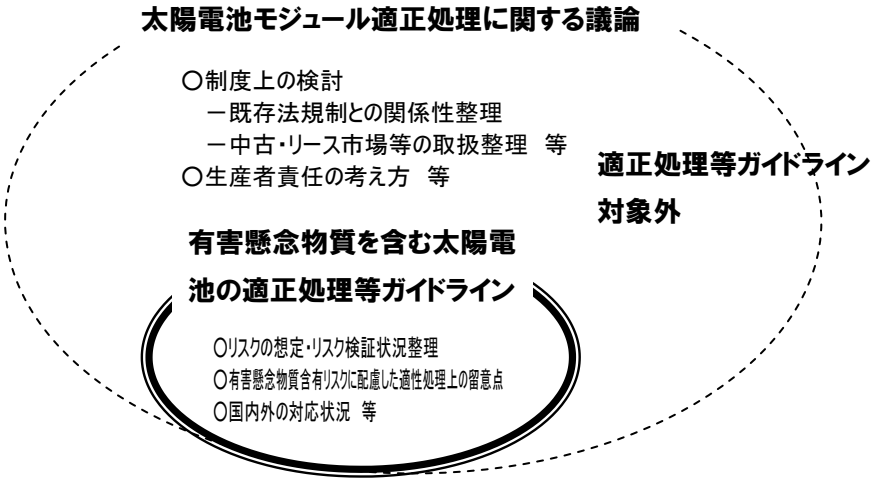
有害懸念物質含有太陽電池について、以下調査結果を適正処理等ガイドラインとしてとりまとめた。

①有害懸念物質を含む太陽電池による適正処理上のリスク抽出
②有害懸念物質を含む太陽電池に係るリスク検証状況の確認
③有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理に向けた方向性

なお、この適正処理等ガイドラインは、有害性が懸念される物質を含む太陽電池モジュールを、日本市場に導入しようとする事業者（メーカー、輸入業者、販売店等）に対し、特に廃棄段階（火災などの非意図的な廃棄を含む）を念頭に、適正処理を実現するための留意点を示すものである。

また、適正処理等ガイドラインにおいては、有害懸念物質含有太陽電池モジュールの適正処理等を対象とした検討を行うものであり、一般的な太陽電池の適正処理等に関する検討は対象としない。対象とする範囲を図 3.3-1 に示す。

図 3.3-1　本ガイドラインで対象とする範囲



■有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等ガイドライン■

目 次

1. はじめに 249
1-1. 太陽電池の種類 250
1-2. 太陽電池モジュールの構造 251
1-3. 太陽電池モジュールに含まれる有害懸念物質 251
2. 太陽電池モジュールに含まれる有害懸念物質によるリスク 253
2-1. 想定しうるリスクとは 253
2-2. リスク検証状況 255
3. 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理に向けて 257
3-1. 有害懸念物質の使用削減・代替に向けて 257
3-2. 適切なリスク管理のもとでの有害懸念物質の使用 258
参考資料：有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの取り扱いに関する対応状況 260

1. はじめに

近年、より高効率かつ、より低コストな太陽電池モジュールの開発競争が激化しており、その中で、有害性が懸念される物質を原料として使用する、新たな種類の太陽電池が開発され普及し始めている。これらの太陽電池の市場導入に当たっては、製造、使用、廃棄等全ての段階において、人の健康や環境に悪影響を与えないよう、適切な配慮が求められる。

そこで、本書は、有害性が懸念される物質を含む太陽電池モジュールを、日本市場に導入しようとする事業者（メーカー、輸入業者、販売店等）に対し、特に廃棄段階（火災などの非意図的な廃棄を含む）を念頭に、適正処理を実現するための留意点を示すものである。

1-1. 太陽電池の種類

太陽光発電技術は、シリコン系、化合物系、有機系に大別され、主に以下に挙げる太陽電池が開発されている。

種類			特徴
シリコン系	結晶系	単結晶	• 最も歴史の古い太陽電池。実用化されている太陽電池の中で最も変換効率が高く、耐久性・信頼性に優れる。 • コストが高いことや、大量生産に不向きな点が課題。
		多結晶	• 単結晶と比較して効率は落ちるが、安価で製造が容易であり、効率とコストのバランスが良いため、現在最も普及。
	薄膜系		• シリコン使用量を結晶系の 1/100 程度にまで削減可能。 • 低温プロセスで製膜できるため、製造に要するエネルギーの削減、大幅な低コスト化が可能。
化合物系	CIS 系		• 銅（Cu）、インジウム（In）、ガリウム（Ga）、セレン（Se）等からなる化合物半導体を使用。薄膜、軽量、省資源、低価格など多くの長所を持つため注目を浴びている。 • 希少金属であるインジウムやガリウムについて、資源制約が課題。
	Cd-Te 系		• カドミウムテルル（Cd-Te）を原料として使用するため、日本では普及していないが、欧米では大規模発電所用に導入が進んでいる。 • 薄膜化が可能で、低コストで高効率な太陽電池として、世界的に期待されている。
	集光型		• 小面積の高効率な多接合太陽電池にレンズや鏡で集光することにより、高い発電効率を実現する太陽電池。
有機系	色素増感		• 酸化チタンの表面に吸着した色素が可視光などの光を吸収し、励起した電子が酸化チタンの方に移動する原理で発電。 • 製造が簡単で材料も安価なことから大幅な低コスト化が期待されるが、耐久性が大きな課題。
	有機薄膜		• 2 種類の有機半導体を混ぜて溶かした液を電極の付いた基板上に塗布して薄膜にした後、薄膜上に電極を形成する。 • 材料が安価で、印刷法やインクジェット法などの塗布プロセスにより大面積を簡単に作製可能であるため、大幅な低コスト化が実現可能。ただし、有機材料を用いるため、耐久性が大きな課題。

1-2. 太陽電池モジュールの構造

代表的な太陽電池モジュールの構造は以下のとおりである。太陽電池セルは、ガラス及びバックシートに挟まれ、封止材が充填されている。

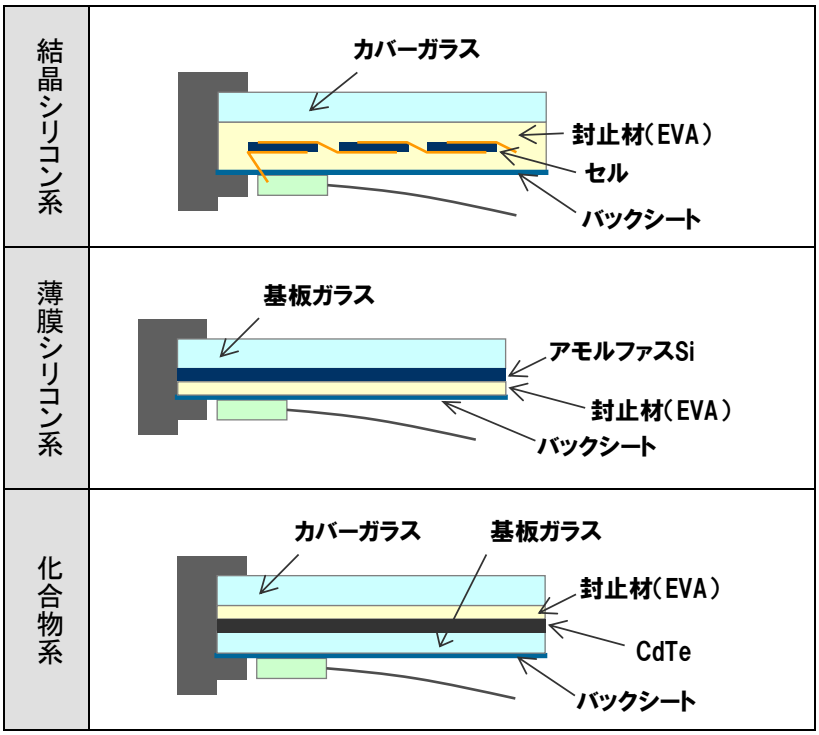


図 1-1 代表的な太陽電池モジュールの構造

1-3. 太陽電池モジュールに含まれる有害懸念物質

欧州においては電気電子機器に係る特定有害物質の使用制限に関する指令（RoHS 指令：2006 年 7 月施行）により、欧州市場に上市される電気電子製品への含有を禁止する有害物質として、鉛、水銀、カドミウム、六価クロム、ポリ臭化ビフェニール（PBB）、ポリ臭化ジフェニルエーテル（PBDE）を挙げている。（RoHS 指令の詳細は参考資料を参照のこと）一方、我が国においては、現時点では太陽電池モジュールに含まれる有害物質に対する規制は存在しない。なお、2006 年の資源有効利用促進法政省令改正により、電気電子機器 7 品目（太陽電池モジュールは含まない）については RoHS 対象 6 部質についての含有情報提供が義務付けられている。

将来的には、我が国市場に上市される太陽電池モジュール含有物質の取扱いについての規制が検討される可能性はあるが、現時点では欧州 RoHS 指令対象物質及び、我が国の環境関連規制対象物質等を有害懸念物質として念頭に置くこととした。

（参考例)J-MOSS（電気電子機器に含有される化学物質の表示に関する JIS 規格）

- 2006 年 3 月・4 月の資源有効利用促進法の政省令改正により、7 品目（パーソナルコンピューター、ユニット形エアコンディショナ、テレビ受像機、電気冷蔵庫、電気洗濯機、電子レンジ、衣類乾燥機）に 6 物質（鉛及びその化合物、水銀及びその化合物、カドミウム及びその化合物、六価クロム化合物、PBB、PBDE）の含有がある場合は、含有情報の提供が義務付けられた。
- 含有情報の表示方法には含有マークの表示と、ウェブサイトでの含有状況表示とがあり、基準値超過有無等により表示方法が定められている。
- このほか、任意の J-Moss グリーンマークもある。J-Moss グリーンマークの表示方法詳細は電気情報技術産業協会、日本電機工業会、日本冷凍空調工業会の 3 工業会連名の業界ガイドラインにて規定されている。
- これらの品目への表示は、一般消費者に環境配慮製品とそうでないものを識別してもらうとともに、資源有効利用促進法のもと回収リサイクルシステムが構築されている品目に表示することにより、処理事業者にも含有情報を提供することを目的としている。

2. 太陽電池モジュールに含まれる有害懸念物質によるリスク

2-1. 想定しうるリスクとは

上記の通り、近年、有害性が懸念される物質を原料として使用する太陽電池が市場に導入されている。有害懸念物質を含有している太陽電池モジュールについては、使用段階や廃棄段階において含有される有害懸念物質が人の健康や環境に対して影響を及ぼさないよう適性に管理されることが重要である。

なお、太陽電池モジュールに含まれる可能性のある有害懸念物質とは、1-3 に示した通り、重金属類が主となる。そのため、太陽電池モジュールによって発現しうるリスクとは、皮膚への付着や吸引、目に入ることによる急性毒性ではなく、環境中で降雨などにより地下水等に溶出した場合、長い年月をかけて体内や環境内に蓄積され中毒症状を引き起こすといった慢性毒性が中心となる。

有害懸念物質を含む太陽電池モジュールによって、人の健康や環境に対してリスクが発現する契機としては、以下が挙げられる。

【契機 1 ：使用済み太陽電池モジュール撤去・処分段階】

解体事業者へのヒアリング調査によると、現時点では、使用済みとなる住宅用太陽電池モジュールの数は少なく、住宅解体時に太陽電池モジュール撤去を伴う事例は少ない。今後、太陽電池モジュール搭載住宅の解体に当たっては、その時点の素材市況に大きく左右されるが、現地でのモジュール破砕と金属枠組みの分別、ガラス類の最終処分場への埋立処分が一般的な処理ルートとして想定される。なお、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（以下、「NEDO」という。）では、今後、一部太陽電池モジュールのリサイクル技術の開発を予定しており、今後、埋め立て処分以外に効率的なマテリアルリサイクルルートが得られる可能性もある。

想定される処理ルートと、リスク発現契機を図 2-1 にまとめる。図 2-1 に示したとおり、有害懸念物質を含む太陽電池モジュール撤去・処分段階で発生しうるリスクとは、最終処分場内での溶出、再生資源からの溶出、不法投棄現場での溶出が考えられる。それぞれのリスクに対し、関連する現行法規制を図 2-1 中に示すとともに、参考資料に規制概要を整理した。

なお、前述の通り、太陽電池モジュールに含まれる可能性のある有害懸念物質の性質上、使用済み太陽電池モジュール撤去作業中に解体作業員に悪影響を及ぼすリスクは想定されない。

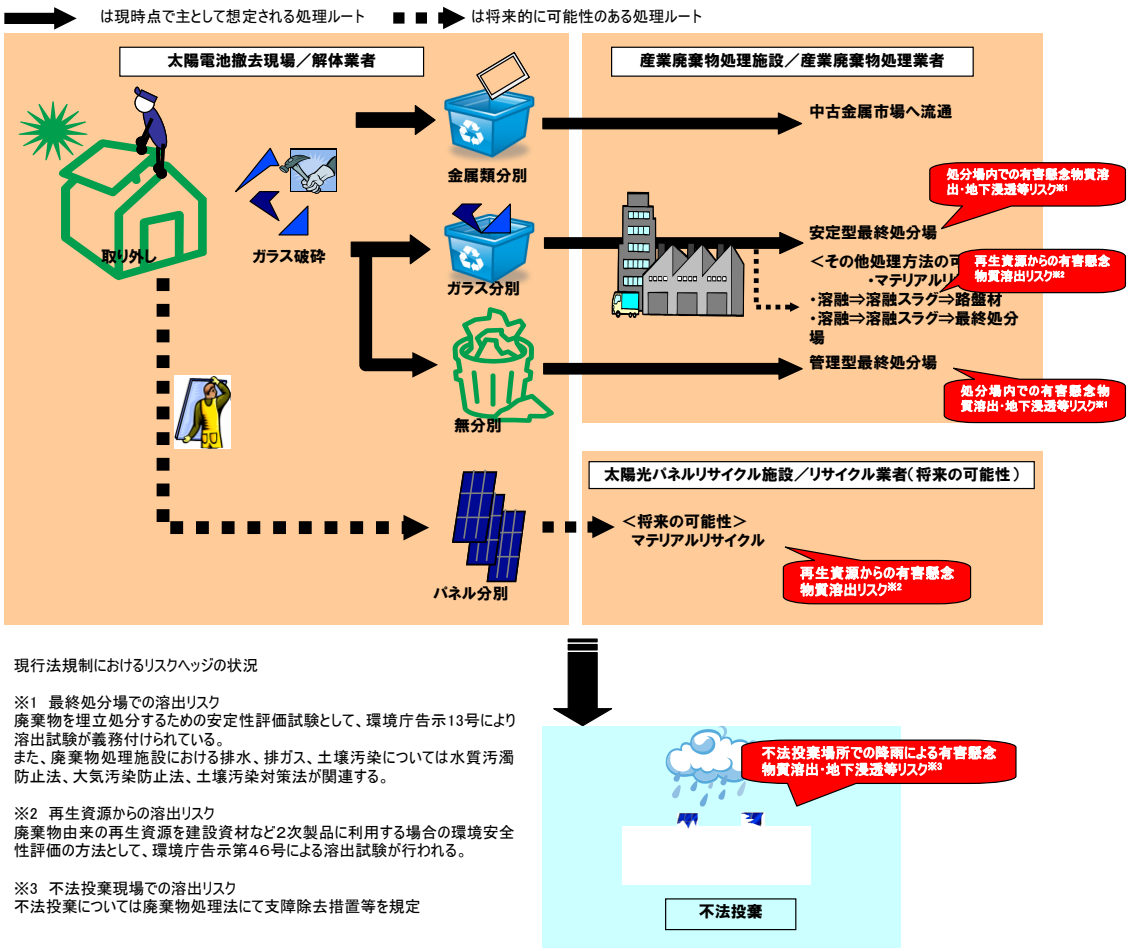
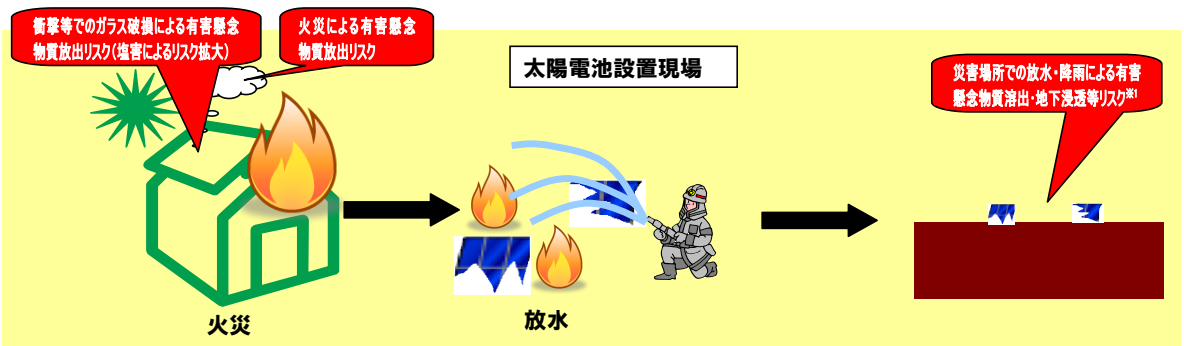


図 2-1　使用済み太陽電池モジュール撤去・処分ルートと想定されるリスク

【契機 2：太陽電池モジュール使用中の火災等災害による破損】

太陽電池モジュール搭載住宅が、火災等の災害に見舞われ、太陽電池モジュールが非意図的に破損する場合に想定されるリスクを図 2-2 に示す。特に震災に伴う大規模火災時には、太陽電池モジュールに熱が加わることと、消火用放水、長期間の放置により、有害懸念物質の放出や溶出が懸念される。なお、沿岸部に設置された太陽電池モジュールについては、ガラス破損時に塩分がモジュール内に侵入することで有害懸念物質溶出リスクが高まる懸念がある。



※ 災害現場での溶出リスク
震災における廃棄物管理については震災廃棄物対策指針が関連

図 2-2　太陽電池モジュール搭載住宅災害時に想定されるリスク

2-2. リスク検証状況

有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの安全性については、国内外で様々なリスク検証が行われている。その一例を参考資料に示す。

(1) 国内外におけるリスク検証状況整理

参考資料に示すとおり、主にカドミウムを含む太陽電池モジュールについて、国内外で様々なケースを想定したリスク検証が行われている。参考資料に示した既存リスク検証事例において、想定されているリスクを図 2-3 中に整理した。

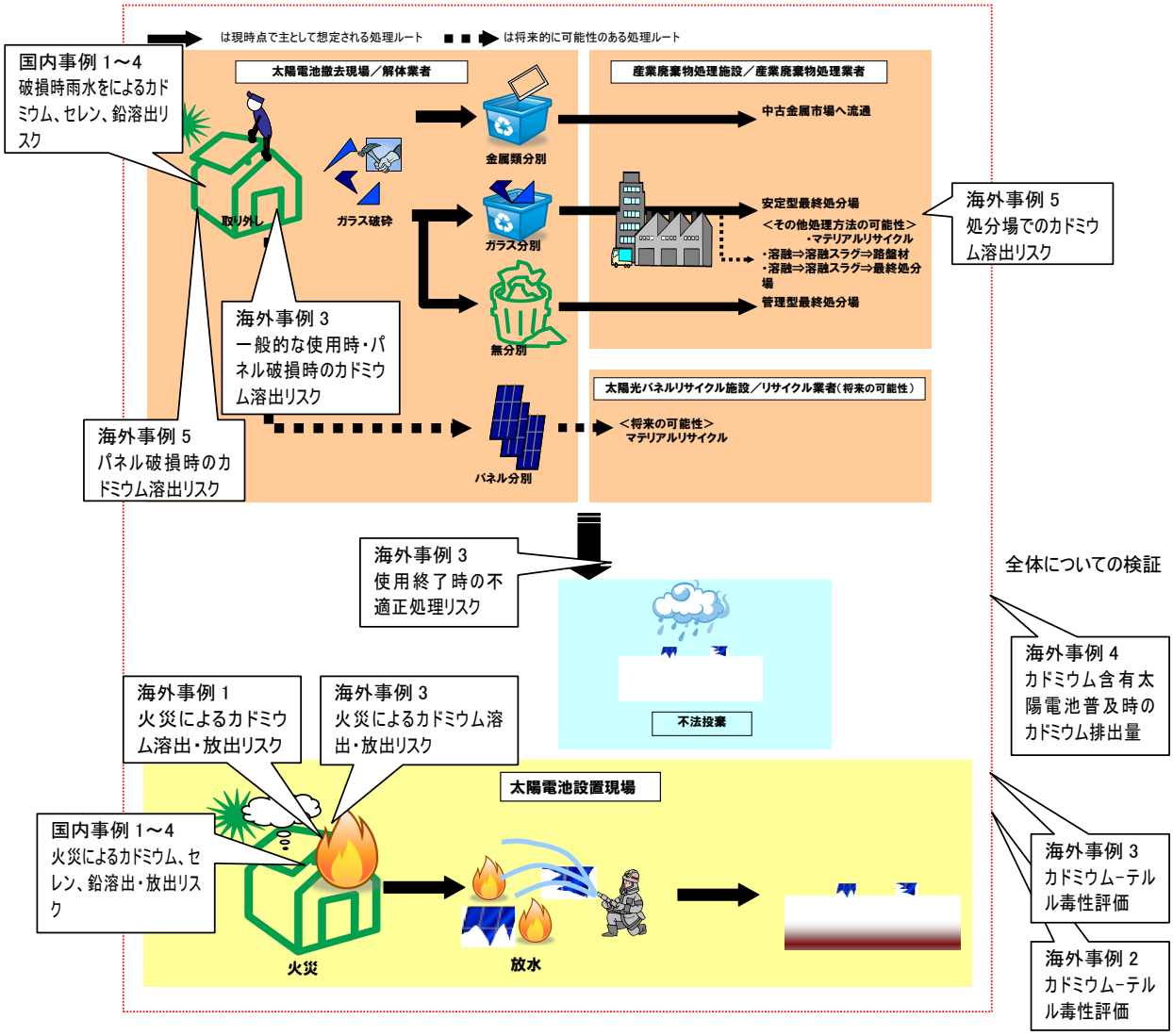


図 2-3 国内外リスク検証事例において、想定されているリスク

また、国内外リスク検証事例からは、以下が読み取れる。

○ 国内外で数多くのリスク検証が行われているものの、リスクの有無・大きさについては統一的な結論が出ていない。

○　外的な衝撃を想定した試験、火災を想定した加熱試験等ではリスクは少ないとする検証結果が多いが、一方で、特に低 pH 領域において溶出リスクが高まるため、酸性雨による影響を指摘する検証結果もある。

○　一部の海外リスク検証事例においては（(3)海外事例 5)、太陽電池モジュールにカドミウムを封じ込めることによって、亜鉛精錬の副産物・廃棄物として発生するカドミウム不適正放置による潜在リスクを回避できると結論付けている。しかし、一方、現在国連主導で進められている水銀の規制を定める条約の検討過程では、火力発電や金属精錬の過程で回収される余剰水銀は、使用するのではなく市場から隔離して長期保管をすべきとされている。有害懸念物質については、使用形態に関わらず、市場で流通する際には何らかのリスクを伴うものと想定すべきとの考え方もあることに留意が必要である。

○　なお、国内では NEDO での検証実績があるが、現在のように Cd-Te 含有太陽電池モジュールが世界的に普及する以前の検証であり、NEDO 内で試験的に製造したモジュール試作品を対象とした検証となっている。

(2)　有害懸念物質含有太陽電池モジュールに関するリスク検証の必要性

(1)に示した通り、有害懸念物質含有太陽電池モジュールについてのリスク検証は国内外で数多く行われているが、統一的なリスク検証結果が示されていないのが現状である。

有害懸念物質含有太陽電池モジュールの適切な管理の在り方を検討するに当たっては、これら太陽電池モジュールのリスク有無･大きさを正確に把握した上で、リスクが高い場合には優先的に適切な対応を検討する必要がある。そのため、有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの日本市場導入に当たっては、改めてリスク検証を行うことが望ましい。リスク検証に当たっては、以下を念頭に置く必要がある。

- リスク検証は公平な検討を行うため、国や公的研究機関によって実施するべきである。国や公的機関は、有害懸念物質含有太陽電池モジュールの開発・普及動向を注視し、日本市場への本格普及に先立ち、リスク検証を実施し、リスクに応じた管理方策(必要に応じて政策的対応)を検討することが求められる。これら太陽電池モジュールの日本市場への導入を検討する事業者は、国や公的機関によるリスク検証結果及びリスク管理方策等を活用して適切なリスク管理を行うべきである。
- リスク検証に当たっては、少量生産した試験試料ではなく、実際に普及が見込まれる量産工法による実試料を対象とすることが望ましい。
- リスク検証に当たっては、2－1 に示した有害懸念物質含有太陽電池モジュールによって想定されるリスクを念頭に、条件設定を行う必要がある。

3. 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理に向けて

2 章に示した通り、太陽電池モジュールに含まれる有害懸念物質についての科学的なリスク検証結果には統一的な見解が示されていない。そのため、リスクの有無・大きさが不明確な現段階において有害懸念物質を含有する太陽電池モジュールを日本市場に導入するに当たっては、以下の 2 つの方向性を検討し、選択する必要がある。

方向性 1：有害懸念物質の使用を削減し、懸念のない物質での代替に向けた努力を行う

方向性 2：有害懸念物質の使用を継続する場合には、リスクの発現を抑えるための配慮を行う

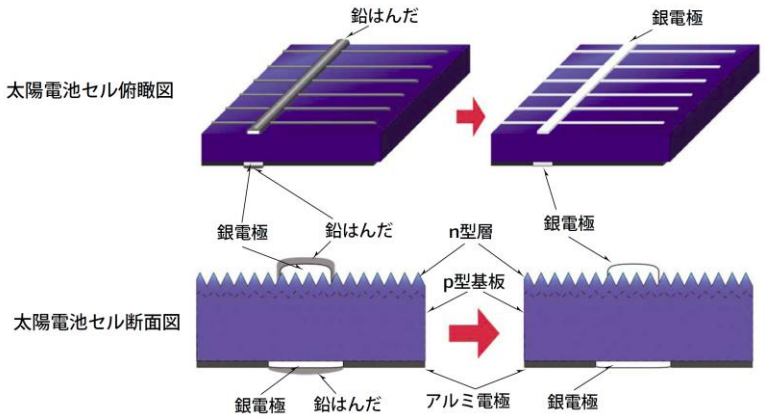
3-1. 有害懸念物質の使用削減・代替に向けて

有害懸念物質の利用は、人の健康や環境への懸念のほか、法規制等によって販売や使用が制限されるリスクもあり、持続可能な社会の構築並びに安定的なビジネス展開のためには有害物質含有リスクの無い太陽電池モジュールへの代替を促進することが期待される。

極力早いタイミングで、有害懸念物質を使わない太陽電池モジュールで代替できるよう、技術開発や販売戦略上の工夫が求められるところである。

(参考例)三菱電機株式会社による鉛フリーはんだへの転換取組

- 三菱電機株式会社では、鉛を用いないはんだ技術を開発し、2003 年に国内で初めて同モジュールの量産を始めている。産業・公共用及び、住宅用無鉛はんだ太陽電池モジュールを発売している。
- 従来の太陽電池セルは，表裏の銀電極に鉛はんだのコーティングを行うことにより使用環境での信頼性を高めてきた。太陽電池セルにおける鉛フリー化は，銀電極へのはんだのコーティングを必要としなくとも信頼性が維持できる電極材料及び製造プロセスを開発することにより実現したとしている。
- なお、環境保全に役立つと認められた商品に付される環境ラベル：エコマーク（詳細は参考資料参照）では RoHS 指令対象物質について、RoHS 指令と同じ基準値を認定基準として設定している。鉛フリーはんだへの転換は RoHS 指令のほか、エコマーク認定への準拠でもある。



出典：三菱電機技報　特集論文「太陽電池セル・モジュール鉛フリー化」2003 年 5 月号

3-2. 適切なリスク管理のもとでの有害懸念物質の使用

方向性２に示した、適切にリスク管理を行いつつ有害懸念物質の使用を継続する方針の場合には、リスクの発現を抑えるために例えば以下の留意点に配慮する必要がある。

> 留意点１：安全性確認
> 使用や廃棄段階等における安全性確保に向け、通常の利用・廃棄等において問題ないことを確認してから市場に導入することが望ましい。

有害懸念物質を含む太陽電池モジュールのうち特に、当該種類の太陽電池モジュールを日本市場に初めて導入を目指す場合、日本市場において使用段階・廃棄段階ともに安全性を確保できることを確認することが望ましい。

確認に当たっては、独自のリスク検証実施のほか、リスク検証情報の集積や、海外での導入実績と安全上の課題等の集約が考えられる。なお、海外での導入実績を検証に用いる場合、海外における使用条件と、我が国における使用用途の違いを念頭に置く必要がある。

> 留意点２：購入者への情報提供
> 安全な利用方法等について購入者に充分に情報提供を行うことが望ましい。

有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの市場導入に当たっては、消費者の自由な選択を保証すべく、当該モジュールが有害懸念物質を含むこと、及び、有害懸念物質によって想定されるリスクの大きさ、リスクを低減するための正しい使用方法・廃棄方法について購入者に十分に情報提供を行うことが望ましい。

例えば、参考資料に示した、カドミウム-テルル含有太陽電池モジュールに関する一部のリスク検証事例においては、前面ガラス層が破損した場合に、放置すれば降雨によるカドミウム溶出リスクが高まるとの結果が示されている。このような場合、前面ガラス層の破損を発見した際には、使用を継続せずにただちに交換や廃棄等措置を購入者に案内する等の取組みが求められる。

また、廃棄段階において特別な措置が求められる場合（メーカーが指定する処理施設までの輸送、管理型処分場への埋め立てが必要等）、購入者は廃棄段階に追加的費用を必要とする可能性がある。こうした場合には、その可能性を購入者に情報提供しておくことが求められる。

> 留意点３：適正処理に関する表示
> 有害性懸念物質を含む太陽電池モジュールについての適正処理に資する情報を表示することが求められる。

2-1. に示した通り、現状では使用後の太陽電池モジュールは、住宅の解体に伴って処分が行われるケースが最も一般的と想定され、屋根から取り外した上での破砕、ガラス類の最終処分場へ

の投入が主たる処理ルートとして想定される。住宅とともに太陽電池モジュールの処分を担う解体事業者にとっては、太陽電池モジュールに含まれる有害懸念物質や、それに起因するリスクを想定することは困難である。自社にて引取り等を行うことができず、こうした処理が行われる太陽電池モジュールについても、不適正処理によるリスクを抑制すべく、適正処理に資する情報を太陽電池モジュール本体に記載することが期待される。

具体的には、例えば、「この商品には●●が●g 含まれている」等の記載があれば、解体業者において、その時点での廃棄物関連法規制に従い、最適な処理方法を選択することができる。また、将来的に回収・処理の手続きが決まった段階では、引取り先や、処理方法についての問い合わせ先についての表示を行うことも考えられる。

なお、有害懸念物質を含む太陽電池モジュールについて自社での回収システムを構築することも考えられる（参考資料を参照）。ただし、中古市場を経由したものも含め、当該システムの枠外で処分されるケースが多数発生することが予想されることや、事業撤退等により、回収システムが継続できなくなるリスク等を考慮すると、回収システムの有無に関わらず、適正処理に関する表示は必要性が高い。

参考資料：有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの取り扱いに関する対応状況

参考資料1：有害懸念物質含有太陽電池モジュールに関する国内外リスク検証事例

(1) 国内の検証事例

国内事例 1	
報告書タイトル	平成 8 年度新エネルギー・産業技術開発機構委託業務成果報告書 太陽光発電システム実用化技術開発　太陽光発電利用システム・周辺技術の研究開発 太陽光発電の信頼性向上に関する研究開発 化合物太陽電池モジュールの環境対策の調査研究
実施者	財団法人　電力中央研究所
発行年	平成 9 年 3 月
概要	Cd-Te 型太陽電池を主な対象として、環境対策、法的規制、国内外研究状況等の調査研究を行い、環境上の課題を抽出。また、火災等を想定した電池セル構成材の挙動を把握するための燃焼試験、及び、土壌や雨水との接触等を想定した電池セル破砕等による溶出試験を実施。 1)燃焼試験 厚膜供試体に加温して Cd,Te の飛散量を測定した結果、700℃を超えると供試体温度上昇に伴い飛散量が増加するものの 800℃以上の領域で飽和することが示された。また、薄膜供試体でも同様の飛散傾向であった。電極膜に枠と裏板を付けることによって飛散防止効果がみとめられたほか、燃焼炉内酸素濃度と飛散量との関係性を検証した。 2)土壌溶出試験 薄膜供試体の破砕品とひび割れ品を用いて、破損形態の相違による Cd,Te の溶出特性を把握。温度上昇による破砕品の溶出傾向は増加する一方、ひび割れ品では明確な増加傾向が認められなかった。また、雨水と接触・浸漬した場合の溶出や土壌中挙動を評価するための模擬酸性雨土壌溶出試験を行った結果、Cd、Te の溶出は検出されなかった。

国内事例 2	
報告書タイトル	平成9年度新エネルギー・産業技術開発機構委託業務成果報告書 太陽光発電システム実用化技術開発　太陽光発電利用システム・周辺技術の研究開発 太陽光発電の信頼性向上に関する研究開発 化合物太陽電池モジュールの環境対策の調査研究
実施者	財団法人　電力中央研究所
発行年	平成 10 年 3 月

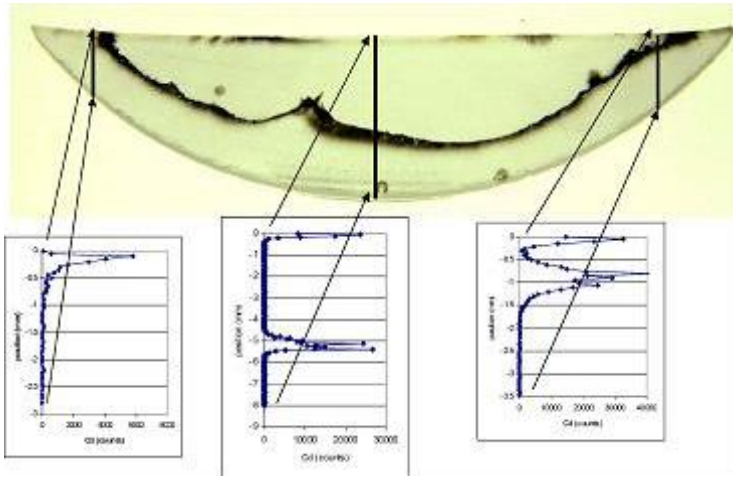
概要	燃焼試験装置の改造、並びに燃焼生成物動的挙動分析設備を製作し、Cd-Te 型、CIS 太陽電池を対象に燃焼試験、及び、土壌溶出試験を実施。 1)燃焼試験 厚膜市販 Cd-Te 型太陽電池についての燃焼試験を行った結果、薄膜供試体と同様の傾向が示された。また、CIS 太陽電池については、温度が高くなるほど Se の飛散量が増加したが、窒素供給条件下では飛散量が抑制された。 2)土壌溶出試験 Cd-Te 太陽電池モジュール薄膜破砕品を用いて、pH,環境温度と Cd,Te 溶出量の関係を調査。いずれも酸性雨実態調査に基づくpH 領域での溶出は微量であった。土壌吸着傾向は、Cd はpH や土壌種類により大きく異なったが、Te ではpH の影響は小さい。CIS 太陽電池モジュール破砕品による溶出試験では、構成材金属のうち Zn の溶出が比較的多い傾向が認められた。

国内事例 3	
報告書タイトル	平成 10 年度新エネルギー・産業技術開発機構委託業務成果報告書 太陽光発電システム実用化技術開発　太陽光発電利用システム・周辺技術の研究開発　太陽光発電の信頼性向上に関する研究開発 化合物太陽電池モジュールの環境対策の調査研究
実施者	財団法人　電力中央研究所
発行年	平成 11 年 3 月
概要	市販品相当の薄膜 Cd-Te 太陽電池試料、及び、CIS 太陽電池セル等を用いて燃焼試験及び Cd の土壌溶出試験を実施。また、これまでに得られた試験結果を元に、法律に基づく環境基準値等に対する薄膜 Cd-Te 太陽電池の火災時並びに溶出時における環境への影響評価検討を実施。 1)火災モデルにおける Cd の揮散濃度: 火災近傍で、安全衛生法で定める管理濃度の 1/10 程度であり、また拡散による周辺濃度は充分に低い数値である。 2)太陽電池パネル表面への外的な衝撃による破損部分からの酸性雨による Cd の溶出: 破損面積を 1:500 に想定した場合、水質汚濁防止法に基づく排出基準(0.01mg/l)の約半分である。 (ただし、以上のデータは平成 10 年当時の製造方法で作成された 17.5cm 角の試作品試料での結果であり、近年の量産工法に対応した試料には対応していない。)
結論	これまでに実施した実証データをもとに、木造一戸建て(3kW 薄膜 Cd-Te 太陽電池発電システム装備)の火災時、溶出時の環境影響について、法規制値と比較しながら評価した。その結果、火災時、及び溶出時(表面ひび割れ発生時の降雨を想定)の Cd 予想濃度値からは、環境への影響はないものと結論付けている。

国内事例 4	
報告書タイトル	平成 12 年度新エネルギー・産業技術開発機構委託業務成果報告書 太陽光発電システム実用化技術開発　太陽光発電利用システム・周辺技術の研究開発　太陽光発電の信頼性向上に関する研究開発 　化合物太陽電池モジュールの環境対策の調査研究
実施者	財団法人　電力中央研究所
発行年	平成 13 年 3 月
概要	CIS 太陽電池の燃焼試験・溶出試験、シリコン太陽電池の燃焼試験・溶出試験、重金属の土壌吸着試験を実施したほか、CIS 太陽電池、シリコン太陽電池の火災時・溶出時の安全性評価を実施した。 1)　燃焼試験 CIS 太陽電池モジュール市販品を用いた燃焼試験により、Se の飛散量等の基礎データを取得した。モジュールから、ガラス基板に電池膜のみを焼結した供試体を上向きに架台上において燃焼した結果、700℃で原料量の 86%が飛散。カバーガラス、アルミ製枠を含めたモジュールでは、セル単体の 1/5 の飛散量に減少した。シリコン太陽電池については、セルを取り出した供試体では 800～950℃まではごく低い飛散、950℃以上で増加することが示されたほか、モジュールでは飛散量が 1/4 に減少することが示された。 2)　溶出試験 表面ガラスにひび割れを生じさせた CIS 太陽電池開発品、シリコン太陽電池ともに、模擬酸性雨pH 5 での Se や Pb の溶出はなかった。 3)　土壌吸着試験 土壌への Se,Pb 吸着試験を実施。Se についてはpH8 に比べてpH3 の吸着量が大きいこと、Pb については酸性溶出水が土壌に中和される過程（pH3→5）で吸着量が増大することがわかった。
結論	CIS 太陽電池、シリコン太陽電池について、実証試験結果を元に木造一戸建て（3kW 発電システム装備）を想定した火災時及び破損による溶出時の周辺環境濃度を予測し、環境への影響を法規制による基準値と比較・評価した。その結果、火災時を想定したプルーム内濃度及び地表濃度は法規制値を下回り安全であると評価。また、酸性雨による溶出については、ともに環境に及ぼす影響はないものと評価している。

出典：NEDO・津崎氏提供資料

(2) 海外の検証事例

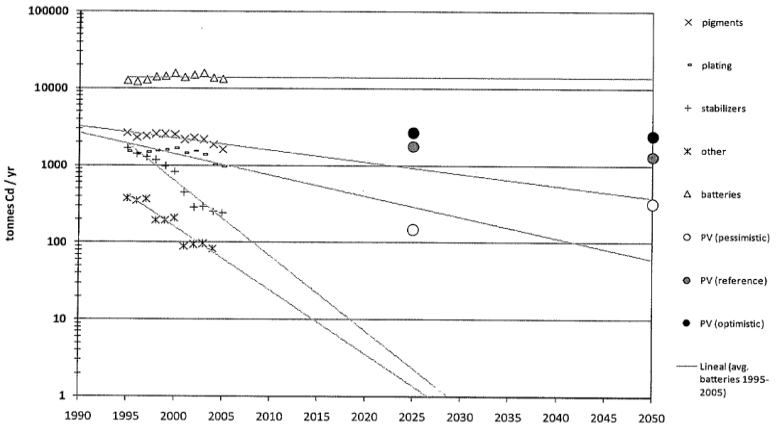
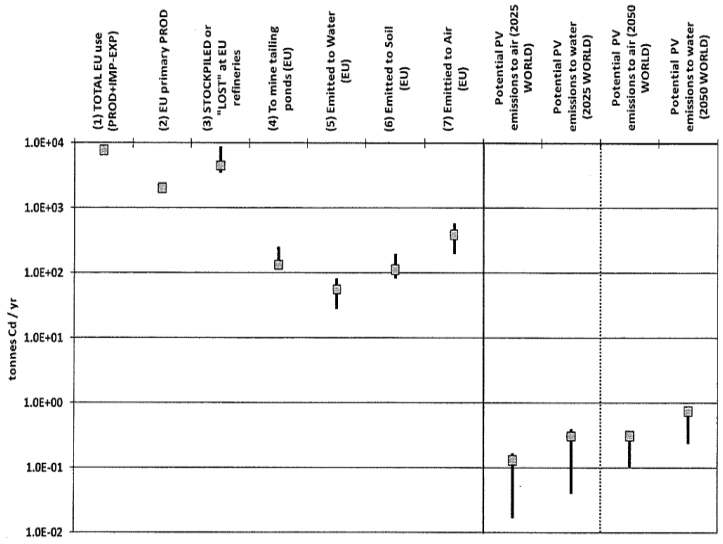
海外事例1	
論文名	Emissions and Encapsulation of Cadmium in Cd-Te PV Modules During Fires
掲載誌等	Progress in Photovoltaics :Research and Applications, 2005
著者	V.M. Fthenakis, M. Fuhrmann, J. Heiser, A. Lanzirotti, J. Fitts, and W. Wang a: Brookhaven National Laboratory(米国), b: Univ. of Chicago(米国)
概要	住宅やオフィスビルの火災による Cd-Te PV からのカドミウム放出のリスクについて検証した。これまで、Cd－Te についての熱重量分析は純 Cd-Te やシングルガラス PV モジュールについて行われてきたが、今回はガラスーガラス Cd-Te モジュールの検討を行った。 具体的には住宅や商業ビルでの火災をシミュレーションし、標準的な手法で 1100℃までの加温試験を実施。①温度条件ごとにサンプルの重量ロスを測定、②放出ガスについての Cd と Te の分析、③X 線蛍光顕微鏡解析による加熱ガラス内の Cd 挙動分析、④酸温浸したガラスにおける Cd と Te の化学分析、の 4 つの分析を実施。 Figure 4. (a) Sample after being heated up to 900°C for 1 h; (b) after being heated up to 1000°C for 2 h; (c) after being heated up to 1100°C for 3 h  Figure 8. X-ray fluorescence microprobe analysis–vertical slice from middle of sample heated at 1000°C; Cd counts in the center and the sides of the slice
結論	・ ほとんど全ての Cd は（99.5%）は溶融ガラスマトリックスに捕捉されており、ほんのわずかな量が 1 つのガラスシートが溶融する前にサンプルから周辺に漏れていた。 ・ 今回の試験における Cd 保持率をフルサイズのモジュールに換算すると 99.96%である。米国における木造家屋の火災発生頻度（10^{-4}）を想定すると、火災によって放出される可能性のある Cd は 0.06mg/GWh となる。

海外事例 2	
論文名	Acute Oral and Inhalation Toxicities in Rats With Cadmium Telluride
掲載誌等	International Journal of Toxicology Vol.28, No.4, 2008 259-265
著者	Joseph Zayed※a 、Suzanne Philippe※a a: University of Montreal （カナダ）
概要	Cd-Te PV の普及が著しいが、Cd-Te についての毒性プロフィールについてはほとんどわかっておらず、規制当局はカドミウムの基準を適用することが一般的になっている。しかしながら、Cd-Te は、カドミウムとは毒性が異なることが想定されるため、OECD 及びEPA（米国環境庁）の基準に沿ったラットモデルで、半数致死濃度（MLT）を測定した。
結論	・ 測定の結果、Cd-Te の半数致死濃度は 2.71mg/l、半数経口致死濃度は 2000mg/kg であり、Cd に比べて毒性が非常に低いことが示された。 ・ この結果より、物質ごとに毒性が全く異なることから、カドミウムが含まれているという理由で Cd-Te の利用が制限されるなど、予防原則のみに従うべきではないことが示された。

海外事例 3	
論文名	Regulatory policy governing cadmium-telluride photovoltaics : A case study contrasting life cycle management with the precautionary principle
掲載誌等	Energy Policy Vol36、2008 381-387
著者	Parikhit Sinha, Christopher J. Kriegner, William A. Schew, Swiatoslav W. Kaczmar, Matthew Traister, David J. Wilson※a a: O'Brien & Gere, Ecological Sciences （米国）
概要	Cd-Te PV については、予防原則に基づく規制強化と、ライフサイクルマネージメントに基づく管理手法とが考えられ、共に環境濃度の低減を目指す異なるアプローチである。Cd-Te PV のライフサイクル全体での環境リスクについては、一般的な使用時、火災等の災害時、使用終了時について検証されている。 【Cd-Te の毒性】 Cd-Te の毒性については、初期（1995 年程度）に国立環境健康科学研究所（NIEHS）とブルックヘブン国立研究所（BNL）が連携して研究しており、当初は肺がんリスク等が発表された。但し、毒性情報がほとんど無いまま、カドミウムに関する毒性データが準用されるケースが多く、他のカドミウム化合物と同等のリスクがあるものとして扱われてきた。しかし、Cd-Te 毒性に注目が集まり、カドミウム化合物の毒性レベルよりも低いことが検証され始めている。 【一般的使用時のリスク検証】 市販されている Cd-Te PV の一般的モジュールは 600mm×1200mm で、表面積は 0.72m^2 で、Cd-Te 平均濃度は 7gCd/m^2 である。Cd-Te は薄膜としてガラスに挟まれ、シールされている。また、MSDS データによると Cd-Te は水に溶けず、融点は 1092℃、沸点は 1130℃、蒸気圧は 800℃でも 0.03 atm とされている。以上のことから、Cd-Te PV の通常使用時における人の健康へ

	の潜在リスクは無いといえる。パネルが破損して舞い散ったとしても、不溶性、蒸気圧が小さいことから Cd-Te の放出は限定的と想定される。万一放出されても、すぐに希釈されるだろう。 【火災時のリスク検証】 Cd-Te PV の融点は 1092℃、沸点は 1130℃だが、蒸気圧が低いことから昇華はもっと低温で起きる。住宅の火災では 800℃(屋根を中心とした火災)～1000℃(室内を中心とした火災)に達し、産業施設では燃料等があることからさらに温度が高くなるといわれる。 BNL は 2005 年に Cd-Te PV の火災試験(ASTM に準拠)を行っており、760℃～1100℃まで 30 分～3 時間の加熱を行っている。火災試験では放出されるガスの分析、パネル中 Cd 残存量が計測された。結果、Cd のごく一部は接着剤のエチルビニルアセテートに包まれる形で放出されたが、殆どは両面ガラスシートが溶解して Cd を捕捉することによって放出しないままだった。モジュール内 Cd 濃度低下の 0.04～0.06%のみ。なお、大型モジュールを用いると、濃度低下比率が下がることから、ガラスシートが溶融する前に外気に接しているから Cd が放出されるとの仮説を立てている。さらに、1995 年には EPA が 20PV パネルを屋根(地上 3.5m)に載せた住宅について火災実験(1 時間持続)を行っているが、含有 Cd 全量が放出されていれば 0.0019g/m^2s のところ、1.2×10^{-6}g/m^2s しか放出されていなかった。また、住宅より 20m 離れた位置で最も濃度が高かったが、急性毒性基準より 4 桁低いレベルである。 【使用終了時のリスク】 Cd-Te PV メーカーでは、リサイクル費用を製品に上乗せして販売しており、資源リサイクルルートに確実に戻るようになっており、消費者はなんらの追加コストを要しない。こうした取組は、環境規制の強化によってリサイクル・適正廃棄費用が上昇した場合や、不適正処理に対する製造者責任を含めた TAKE-Back プログラムの有効性によって大きく影響される。
結論	・ 予防原則に基づく Cd 含有製品に対する規制強化には正当性が無い。 ・ ライフサイクルマネージメント的アプローチで環境リスクを検証することが必要。

海外事例 4	
論文名	Cadmium flows and emissions from Cd-Te PV : future expectations
掲載誌等	Energy Policy 38(2010)5223－5228
著者	Marco Raugei※a 、Vasilis Fthenakis※b a:Pompeu Fabra University(スペイン) b:Brookhaven National Laboratory／Columbia University(米国)

概要	2025～2050 年という中長期を想定し、Cd-Te PV が世界のカドミウム排出量にどのような影響を与えるかを検証。 まず、欧州における現状のカドミウムの利用・排出フローを作成し、2025 年、2050 年における変動を想定した。その結果、他分野の利用が減少傾向にある中で、設定したどのシナリオでも Cd-Te PV のインパクトが大きくなる(最大値：2050 年で世界カドミウム需要の 15%)ことが示された。一方、環境（水・大気）へのカドミウム排出量については、将来 Cd-Te PV から排出されるカドミウムは、現状の排出量より圧倒的（2 桁以上）に少ないことが示された。  Fig. 1. Historical data and projections for world primary cadmium use by application, from 1990 to 2050 (logarithmic scale).  Fig. 3. Current Cd flows in EU-27 compared to potential future global Cd emissions caused by CdTe PV (logarithmic scale). Assumed maximum cumulative capacities are 260 GWp in 2025 and 1 TWp in 2050. Numbers in parenthesis (1–7) refer to corresponding flows in Fig. 2.
結論	・ カドミウムは亜鉛精錬の副産物・廃棄物として発生する。Cd-Te PV によって相当量のカドミウムを封じ込めることができれば、有害物質が積み上げ・放置される潜在リスクを回避することができる。 ・ 最も楽観的な Cd-Te PV 普及シナリオを想定した場合でも、2050 年における PV 由来カドミウムは、現在 EU 域内で排出されているカドミウム量よりも 2～3 桁少ない。 ・ 以上より、Cd-Te PV 産業の成長は、世界的なカドミウム関連汚染を増やす方向ではなく、減らす方向に作用するポテンシャルを有することが示された。

海外事例 5	
論文名	Appraisal of Laboratory Analysis Conducted on Cd-Te Photovoltaic Modules
掲載誌等	Wuppertal Institute 2010, August 2010
著者	Matheu Saurat 、Michael Ritthoff
概要	ここ 1 年間で商用化した太陽光発電技術において、起電するために幾つかの有毒な化学物質の使用を必要としている。 化合物であるテルル化カドミウムはカドミウムほど危険ではないが、カドミウム化合物として有害な化学物質と考えられている。ヴッパータール研究所は、二つの主体によって行われたテルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールに関する試験結果を評価した。 【1. ノルウェーの Geotechnical Institute (NGI 2010a、NGI 2010b) による分析】 テルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールのサンプルについて、ノルウェーの標準化された手順に従った総金属含有量、バッチテスト、カラムテスト、及びアベイラビリティー試験を行った。バッチとカラム試験は、ノルウェーの廃棄物規則による廃棄物の特性化をするための標準方法である。 総金属含有量の結果、サンプルは総金属量としてカドミウムを 383 mg/kg 含有していた。 アベイラビリティー試験の結果は、pH=7.7 の時：26.4 mg / kg（総金属量の 7%）、pH=6.8 の時：109.7 mg / kg（総金属量の 29%）、pH=3.2 の時：154.3 mg / kg（総金属量の 40%）となった。 バッチテストとカラムテストの結果は、テルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールは有害廃棄物の特性を有していなかった。 **Table 1: Results of cadmium leaching from availability tests on samples of CdTe PV modules** Contaminant / Availability (mg/kg) / at pH = 7.7 / at pH = 6.8 / at pH = 3.2 Cadmium / 26.4 / 109.7 / 154.3 カドミウム溶出に関する pH の影響は、本分析における重要な結果である（pH が低い程、カドミウムの溶出が増加する）。 バッチとカラムテストにおいて、アベイラビリティー試験に近い pH で試験した場合、より近い測定値を得られたと考えられる。 実験室では、磨り潰したテルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールを蒸留水に入れるため、基本的に pH=7.7 となっているが、実験室の外、例えば廃棄物集積所において、破壊されたテルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールは、いわゆる酸性雨にさらされるため、より溶出が多いと想定される。 確率は低いかも知れないが、テルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールの前面ガラス層が天災（例えば、霰をともなう嵐）や、モジュール不良によって破損し、自然環境にさらされた場合、相当量のカドミウムが環境中に放出すると懸念される。 自然な降雨は通常 pH が6より低いため、カドミウム溶出が促される。 また、テルル化カドミウムを含有したフィルムが大気にさらされる時間も重要と考えられる。 テルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールは、前面ガラス層が破損しても起電を続けると考えられるため、所有者は破損したモジュールを直ぐに交換しない。その結果、自然降雨にテルル化カドミウムを含有したフィルムが暴露する時間（期間）を増やすことになる。

<table>
<tr><td></td><td>
【2. Sierra Analytical Labs Inc. (Sierra Analytical Labs 2010) による分析】
耐用年数となったソーラー・パネルは、再利用されることは無く、廃棄されるかリサイクルされると考えられる。 カリフォルニア州法では廃棄物処理業者が、米国環境保護庁(米国 EPA1986)が確立した試験・分析仕様で「廃棄物」が有害であるかどうか決定し、有害と判断された場合、規格に従った識別、表示、貯蔵、輸送する必要がある。 判断基準として「廃棄物」が、引火性、腐蝕性、反応性、毒性のいずれかの特性を示した場合は、有害とされる。
分析は、総閾値濃度法(以下、TTLC と略す)と可溶性閾値濃度法(以下、STLC と略す)の両方で実施した。3 個のサンプルを分析した結果、TTLC(100 mg/kg)と STLS(1 mg/L)の両方の規制限度を明らかに超える値となり、カリフォルニア州法の「有害廃棄物」の規制対象となった。 従い、EPA 有害廃棄物番号(カドミウムのための D006) の受領が必要となる。 ソーラー・パネルを扱う廃棄物処理業者は、処理、貯蔵、処分、輸送を開始する前に、識別番号を入手する必要がある。 運送、転送、処理、貯蔵、又は処分施設も、識別番号の登録をしなければならない。
Table 3: Results of the toxicity analyses on samples of CdTe PV modules (TTLC and STLC methods)
<table>
<tr><th rowspan="2">EPA Hazardous Waste Number</th><th rowspan="2">Contaminant</th><th colspan="2">TTLC (mg/kg)</th><th colspan="2">STLC (mg/L)</th></tr>
<tr><th>Results from the analysis</th><th>Regulatory level</th><th>Results from the analysis</th><th>Regulatory level</th></tr>
<tr><td>D006</td><td>Cadmium</td><td>720 - 735</td><td>100</td><td>2.81 - 2.95</td><td>1.0</td></tr>
</table>
カリフォルニア州法において「有害廃棄物」となっても、実際には廃棄物処理業の規制から免除される場合がある。 テルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールは、現行基準により明らかに「有害廃棄物」の規制対象となる。輸送者要件を減らす等の提案がなされ審議中であるが、現時点で決定はされていない。 テルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールが、他の廃棄物へ分類されたとしても、本研究所での分析結果は変更されない。 即ち、STLC と TTLC により定義されるように、廃棄されたテルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールは毒性を示し、廃棄物処理における漏出のリスクは存在すると考えられる。 新規のテルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールを製造するためにカドミウムを再生し続けるとしても、25～30 年後にはカドミウムが広く禁止されると考えられる。 その頃には設置済の太陽光発電モジュールは耐用年数を迎えるが、現在のところ太陽光発電の技術は未知数である。
以上の理由により、有害な耐用年数となったソーラー・パネルへの適用除外は推薦されない。実際の規則は、提案された代替手段よりも高レベルの包括的な保護方策となる。 労働衛生と環境保護の観点で現状を改善するため、有害な化学物質の代替を第一とするべきである。
</td></tr>
<tr><td>結論</td><td>
・ テルル化カドミウムを含有した太陽光発電モジュールが、専門業者以外の手により不適当に廃棄がされた場合、それは環境と健康への脅威となることが、独立した研究所の分析にて確認された。
・ また、使用中にテルル化カドミウムを含有したフィルムが粉砕されて降雨にさらされた場合、カドミウムが溶出する可能性が有る。
・ 太陽光発電中のカドミウムの使用についてのリスクを除外する方法は、第一にカドミウムの使用を止める事である。 そのためには、シリコンをベースとした代替品開発が必要となる。
・ カドミウムは、“グリーンな”太陽光技術において使用するべきではないが、もし使用されるのであれば安全に廃棄する必要がある。
</td></tr>
</table>

参考資料 2:我が国における取組み状況

有害懸念物質を含む太陽電池モジュールに関連する、我が国規制整備状況や、国内検討状況を示す。

＜太陽電池モジュールに含有可能性のある有害物質に関する国内法整備状況＞

本ガイドラインにおいて想定するリスクとは、一般消費者に発現する懸念のあるリスク（＝使用時、及び廃棄時）とし、労働衛生上のリスク（＝製造時）は含んでいない。そのため、ここでは、一般消費者に発現する懸念のあるリスクに関連する国内法を中心に整理を行った。

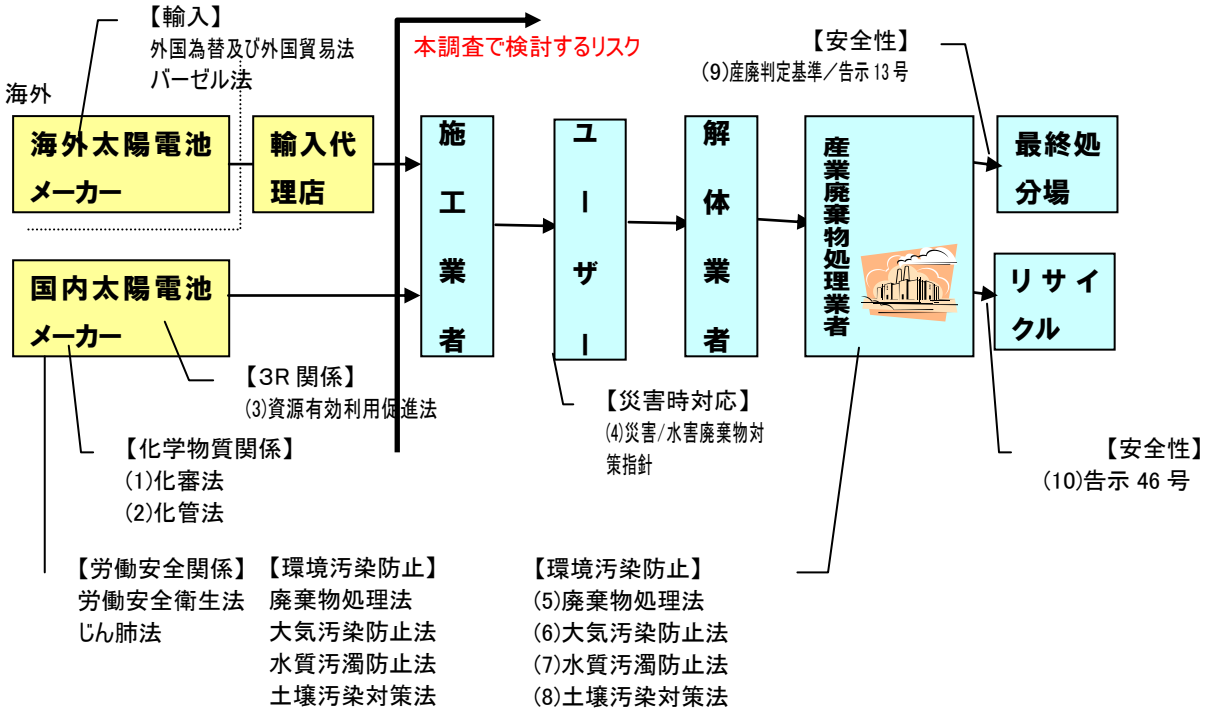


図 3-1　有害物質に関する国内法整備状況

(1) 化審法(化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律)

化審法は、難分解性の性状を有し、かつ人の健康を損なうおそれがある化学物質による環境の汚染を防止するため、昭和 48 年に制定。新規化学物質の事前審査制度を設けるとともに、難分解であり高蓄積性を有する化学物質を指定し、製造、輸入について許可制をとるとともに使用に係る規制を行うこととされた。また、平成 22 年 4 月 1 日より、既存化学物質のリスク評価を進めるため、製造・輸入実績数量等の届出を受けて、難分解性・高蓄積性の認められるものは監視化学物質として、リスクが低いと認められないものについては優先評価化学物質として有害性情報の収集等を行うこととなった。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

化審法では、難分解性・高蓄積性の物質が規制対象となるため、太陽電池含有懸念のある物質等は対象にはならない可能性。

(2) 化管法(特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律)

化学物質の環境への排出量や廃棄物に含まれて事業所外へ運び出される量（移動量）を都道府県を通じて国に届け出る（PRTR）ほか、化学物質又はそれを含む製品を他の事業者に引き渡す際にはその化学物質の性状及び取扱いに関する情報（MSDS）を事前に提供することで化学物質の適正な管理を図るもの。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

鉛及びその化合物	鉛は第一種指定化学物質、鉛化合物は特定第一種指定化学物質に指定。
カドミウム及びその化合物	カドミウムとその化合物は特定第一種指定化学物質に指定。
セレン及びその化合物	セレン及びその化合物は第一種指定化学物質に指定。

第一種指定化学物質を一定割合以上（1 質量%以上。ただし、特定第一種のみ 0.1 質量%以上）含有する製品は、PRTR 制度、MSDS 制度の対象となる。但し、例外的に把握の対象外となる製品として、固形物（粉状や粒状のものを除く）、密閉された状態で使用する製品、一般消費者用製品、再生資源が挙げられている。

⇒製造業者における原料取扱い工程のみに関連か

(3) 資源有効利用促進法

資源有効利用促進法は、循環型社会を形成していくために必要な 3R（リデュース・リユース・リサイクル）の取組みを総合的に推進するための法律。同法は、リサイクルしやすい設計を行うべき製品、使用済み製品を回収・リサイクルすべき製品、生産工程から出る廃棄物を減らしたりリサイクルすべき業種、リサイクル材料を使用したり部品などを再使用すべき業種等を政令で指定（10 業種 69 品目）。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

太陽電池は業種及び製品としても指定はされていないため、一般規定として製造業者に対して『使用済物品及び副産物の発生抑制のための原材料の使用の合理化、再生資源及び再生部品を利用、使用済物品や副産物の再生資源・再生部品としての利用の促進に努める』という努力義務が課せられる。

⇒製造業者において有害物質も含めた原料使用の合理化努力義務

(4) 震災廃棄物対策指針／水害廃棄物対策指針

大地震による災害は、被害が広い範囲に及ぶほか、ライフラインや交通の途絶などの社会に与える影響が風水害等の災害と比較して大きい。がれき等の廃棄物の発生量も他の災害と比べ大量であるほか、交通の途絶等に伴い一般ごみについても平常時の収集・処理を行うことが困難である。そこで、阪神・淡路大震災の廃棄物対策の課題をもとに、平成 10 年にがれき、生活ごみ、し尿、環境汚染が懸念される廃棄物のそれぞれについて、自治体での対策指針を定めている。また、平成 17 年には水害廃棄物対策指針が定められているが、水害廃棄物対策指針は廃棄物処分場の浸水対策や含水率の高い廃棄物処理の手法について定めている。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

震災廃棄物対策指針において、有害廃棄物としてはアスベストのみが個別に対策が示されており、その他については、有害物質取扱事業所を所管する関係機関と連携し、厳正な保管と対策を講じておくこととしている。

家屋倒壊・解体等にともなうがれき類については、被災市町村は、危険なもの、通行上の支障のあるもの等を優先的に収集・運搬すること、また、選別・保管・焼却のできる仮置場の十分な確保を図るとともに、大量のがれきの最終処分までの処理ルートの確保を図ることが求められている。以上の応急活動後には、処理・処分の進捗状況を踏まえ、がれきの破砕・分別を徹底し、木材やコンクリート等のリサイクルを図るとされている。

(5) 廃掃法(廃棄物の処理及び清掃に関する法律)

廃棄物の排出抑制、適正な処理(運搬、処分、再生など)、生活環境の清潔保持により、生活環境の保全と公衆衛生の向上を図ることを目的に制定された法律。廃棄物の定義、廃棄物処理業者に対する許可、廃棄物処理施設の設置許可、廃棄物処理基準などを規定。この中で、「爆発性、毒性、感染性その他の人の健康又は生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有する廃棄物」を特別管理一般廃棄物及び特別管理産業廃棄物として規定し、必要な処理基準を設け、通常の廃棄物よりも厳しい規制を行っている。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

鉛	鉛を一定基準以上含む以下の品目が特別管理産業廃棄物と判定 ・ 燃え殻・ばいじん・鉱さい(基準値:0.3mg/l) ・ 処理物(廃酸・廃アルカリ)(基準値:1mg/l) ・ 処理物(廃酸・廃アルカリ以外)(基準値:0.3mg/l) ・ 汚泥(基準値:0.3mg/l) ・ 廃酸・廃アルカリ(基準値:1mg/l)
カドミウム	カドミウムを一定基準以上含む以下の品目が特別管理産業廃棄物と判定 ・ 燃え殻・ばいじん・鉱さい(基準値:0.3mg/l) ・ 処理物(廃酸・廃アルカリ)(基準値:1mg/l) ・ 処理物(廃酸・廃アルカリ以外)(基準値:0.3mg/l) ・ 汚泥(基準値:0.3mg/l) ・ 廃酸・廃アルカリ(基準値:1mg/l)
セレン又はその化合物	セレン又はその化合物を一定基準以上含む以下の品目が特別管理産業廃棄物と判定 ・ 燃え殻・ばいじん・鉱さい(基準値:0.3mg/l) ・ 処理物(廃酸・廃アルカリ)(基準値:1mg/l) ・ 処理物(廃酸・廃アルカリ以外)(基準値:0.3mg/l) ・ 汚泥(基準値:0.3mg/l) ・ 廃酸・廃アルカリ(基準値:1mg/l)

産業廃棄物は、排出事業者責任の原則に基づき、排出事業者が処理責任を負う。特別管理産業廃棄物については、特別管理産業廃棄物の許可業者への運搬・処分委託が求められるほか、事業所ごとに特別管理産業廃棄物管理責任者を選任することが求められる。

⇒産廃業者に委託する解体業者等が関係する可能性?(但し、太陽電池内有害物質が溶出基準以上の濃度になることは考えにくい)

(6) 水質汚濁防止法

工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排出及び地下に浸透する汚水を規制すること、生活排水対策の実施を推進することにより、公共用水域及び地下水の水質汚濁の防止を図り、国民の健康を保護するとともに生活環境の保全を図ることを目的とし、対象事業場は排水基準の遵守、地下浸透規制、事故時措置などが定められる。

本法の適用を受ける事業場は、特定施設があり公共用水域に水を排出する事業場、有害物質を製造・使用・処理する特定施設から汚水を地下に浸透させる事業場、貯油施設を設置する事業場から事故などにより油を含んだ水を排出する事業場。特定施設とは、有害物質を含む汚水・排水を排出する施設、COD その他汚染状況を示す項目で生活環境に被害を生じる恐れのある汚水・排水を排出する施設とされており、政令で定められている。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

鉛及びその化合物	有害物質と規定され、排水基準(0.1mg/L)が定められている。
カドミウム及びその化合物	有害物質と規定され、排水基準(0.1mg/L)が定められている。
セレン及びその化合物	有害物質と規定され、排水基準(0.1mg/L)が定められている。

⇒法対象の特定施設になる産廃処理業者での排水処理に関連の可能性

(7) 大気汚染防止法

大気汚染防止法では、固定発生源（工場や事業場）から排出又は飛散する大気汚染物質について、物質の種類ごと、施設の種類・規模ごとに排出基準等が定められており、大気汚染物質の排出者等はこの基準を守らなければならない。

大気汚染防止法では、ばい煙排出規則が規定され、ボイラー、溶解炉、廃棄物焼却炉等の 33 項目の施設が規制対象として定められている。なお、ばい煙とは、物の燃焼等に伴い発生する硫黄酸化物、ばいじん(いわゆるスス)、有害物質（ 1)カドミウム及びその化合物、2)塩素及び塩化水素、3)弗素、弗化水素及び弗化珪素、4)鉛及びその化合物、5)窒素酸化物 ）を指す。これら物質について、排出基準（地域によっては上乗せ基準あり）の遵守や、違反時の罰則等が定められている。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

鉛、鉛化合物	有害物質と規定され、施設ごとの排出基準(10～30mg/Nm^3)が定められている
カドミウム、カドミウム化合物	有害物質と規定され、施設ごとの排出基準(1.0mg/Nm^3)が定められている
セレン及びその化合物	二酸化セレンが特定物質と規定され、排出基準は定められていないが、事故時の措置が定められている

⇒法対象の特定施設になる産廃処理業者での排ガス処理に関連の可能性

(8) 土壌汚染対策法

国民の安全と安心の確保を図るため、土壌汚染の状況の把握、土壌汚染による人の健康被害の防止に関する措置等の土壌汚染対策を実施することを内容とする法律。平成15年2月に施行され、土壌汚染を把握するために、一定の機会を捉えて、土地の所有者等が土地の調査を実施すること、調査の結果、基準に適合しない場合には、適切な措置等を行うことを規定。調査義務が発生するのは、水質汚濁防止法に規定される有害物質使用特定施設の使用を廃止したとき、一定規模以上の土地（3000m^2）の形質を変更し、土壌汚染のおそれがあると知事（政令市は市長）が認めたとき、知事により健康被害が生ずる恐れがあるとして調査を命じられたとき、の3点である。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

鉛	特定有害物質と規定され、溶出量基準0.01mg/l以下、含有量基準150mg/kg以下が定められている
カドミウム	特定有害物質と規定され、溶出量基準0.01mg/l以下、含有量基準150mg/kg以下が定められている
セレン	特定有害物質と規定され、溶出量基準0.01mg/l以下、含有量基準150mg/kg以下が定められている

⇒法対象の特定施設になる産廃処理業者での施設跡地に関連可能性

(9) 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令／環境庁告示第13号「産業廃棄物に含まれる金属等の検定方法」

廃棄物の処理及び清掃に関する法律に基づき、有害な産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令を定められており、埋立処分及び海洋投入処分に当たっての判断基準を規定。また、判断のための検定試験方法については環境庁告示第13号で定めている。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

<table>
<tr><td colspan="2">ガラスくず</td><td>基準なしで安定型最終処分場へ（自動車等破砕物は管理型埋立又は中間処理が必要、PCB 汚染物は特別管理産業廃棄物の処理基準に基づく）</td></tr>
<tr><td rowspan="3">燃え殻、ばいじん、いずれかの処理物</td><td>鉛</td><td rowspan="3">特別管理産業廃棄物判定基準に適合するものは管理型最終処分場、適合しないものは遮断型最終処分場</td></tr>
<tr><td>カドミウム</td></tr>
<tr><td>セレン</td></tr>
</table>

⇒産廃業者における最終処分の安全性を担保するもの

（10） 環境庁告示第 46 号「土壌の汚染に係る環境基準について」

本告示自体は土壌の汚染に係る環境基準に係る内容だが、この中の溶出試験方法・基準については、再生建設資材等の安全性を評価するための基準として準用されている。

【太陽電池に含有される可能性のある物質の取扱い】

鉛	基準値 0.01mg/l （JIS K0102-541）
カドミウム	基準値 0.01mg/l （JIS K0102-55.1）
セレン	基準値 0.01mg/l （JIS K0102-67.2）

参考資料 3:太陽電池モジュールの環境影響に関する国内検討状況

（1） 経済産業省:ソーラー住宅普及促進懇談会

平成 20 年度に開催された、主要太陽電池メーカー、ハウスメーカー、経済産業省、国交省の代表から構成される「ソーラー住宅普及促進懇談会」において、住宅用太陽光発電の普及に向けて必要な取組について議論が交わされ、報告書が取りまとめられている。その中で、太陽光発電システムのリユース・リサイクルについて検討が成されており、以下の提言が成されている。

- 今後、適正な太陽光発電システムの中古市場の形成を促すための手法について、レンタルやリースといった形態での導入の支援策の在り方も含め、太陽電池メーカー、住宅メーカー、政府が一体となって検討を進めていく必要がある。
- 太陽光発電システムについては、設置時と取り外し時において、それぞれ施工工事が必要となり、その工事費用が必要となることや、中古製品に対する太陽電池メーカーのおける品質保証の在り方についても留意をする必要がある。
- NEDO や太陽電池メーカーを中心に進められているリサイクル技術の高度化に併せ、社会的なシステムとして最も効率的な使用済の太陽電池モジュールの回収の在り方や、そのリサイクル費用の負担の在り方について、中長期的な視点から、政府、太陽電池メーカー、住宅メーカーにおいて検討が実施されていくことが期待される。
- 政府としても、太陽電池メーカーによるリユース、リサイクルに適した太陽電池モジュールの開発に対し、引き続き強力に支援していく必要がある。

(2) NEDO:技術戦略マップ

NEDO で策定されている技術戦略マップでは、環境分野の 3R 分野の中で、建材一体型太陽光発電装置の太陽電池部分のリサイクル及びリユースについて、技術開発ロードマップが示されている。

表 3-1　3R 分野における太陽電池発電装置の技術開発ロードマップ

対象物等	大分類	小分類	重要テーマ	技術No.	短期 ～2006年 2007年 2008年 2009年 2010年 2015年	中長期 2020年 2025年 2030年
太陽光発電装置	カバーガラスの分離技術			3R5058	分離技術・易分解性設計	
	電池セルのリサイクル技術			3R5059	マテリアルリサイクル＋易分解性設計	
	その他(封止材料、バックシート等)分別利用			3R5060		
	分離（リユース又はリペアしてリユース）		②	3R5061	PVリユースシステム	

出典：技術戦略マップ 2010（NEDO）

(3) 環境省:エコマーク

エコマークは、様々な商品(製品及びサービス)の中で、「生産」から「廃棄」にわたるライフサイクル全体を通して環境への負荷が少なく、環境保全に役立つと認められた商品に付けられる環境ラベルで、(財)日本環境協会により、国際標準化機構の規格 ISO14020（環境ラベル及び宣言・一般原則）及び ISO14024（環境ラベル及び宣言・タイプ I 環境ラベル表示・原則及び手続き）に則って運営されている。

同事業では、「環境保全のために適切である」と認められる商品のカテゴリーに対して、産業界・消費者・学識者などの有識者からなる「エコマーク類型・基準制定委員会」において、エコマークの対象となる商品類型を選定している。太陽電池については、エコマーク商品類型 No135「太陽電池を使用した製品 version1.4」として 2006 年 3 月に制定されており、以下の 6 つに分類される太陽電池関連製品について、認定基準が設けられている。

A. 住宅用太陽光発電システム
B. 小型発電装置・充電装置
C. 設置型製品（住宅用製品・産業用製品・公共用製品）
D. 携帯型製品・車載用品
E. 太陽電池モジュール
F. 小出力太陽光発電用パワーコンディショナ

本商品類型では、シリコン系太陽電池モジュールのみを対象としている。化合物系（CIGS、Cd-Te）や有機物系（有機薄膜、色素増感型）等の太陽電池については、シリコン系よりも高い変換効率を得られるものもあること、太陽電池のコストを引き下げる可能性を持つことが期待されている。しかし、現状では一般的に上市・普及していないものがほとんどである等の理由から、本商品類型では対象外とし、今後の認定基準見直しの時点において普及状況や環境側面での評価を確認した上で判断していく、とされている。

また、リユース・リサイクルについては、様々な技術が研究されている途上にあり、分離・分

別処理方法について基準を設けたり、新規投入の製品に対して、3R 設計チェックリストなどを導入したりすることは、具体的な要求を設けられる段階に達していないとの判断から、認定基準項目として選定されていない。しかしながら、特に有害性の高い重金属類や希少資源を含む太陽電池を使用した製品については、トレース可能なクローズされた回収管理の体制の構築や、重金属類が環境中に拡散する恐れのない適性廃棄処理、希少資源の再利用・リサイクルが行われることなどの確認が必須である、との言及が成されている。

表 3-2　太陽電池の種類と本商品類型での対象製品

類型	種類	
シリコン系	結晶系	単結晶シリコン太陽電池
		多結晶シリコン太陽電池
		薄膜系
	アモルファス（非結晶系）太陽電池	
	アモルファス/薄膜多結晶シリコンのハイブリッド太陽電池	
	微結晶シリコン太陽電池	
化合物系	II･IV 族	Cd-Te-CdS
	III･V 族	GaAS，InP
	I･III･VI2 族	CuInSe2
その他	有機太陽電池	
	湿式太陽電池 （色素増感型など）	

出典：エコマーク商品類型 No.135「太陽電池を使用した製品 Version 1」解説書

(4) 環境省：製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減方策に関する検討会

環境省では、平成 17 年に「製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減方策に関する検討会」を設け、製品中の有害物質に起因する環境負荷の低減のための方策の在り方について調査検討を実施している。

我が国においては、使用済み製品について廃棄物処理法に基づく適正な処理が行われているなどにより、製品中の有害物質に起因する環境汚染が顕在化している状況にはないが、有害物質又は有用物質を含有する製品由来廃棄物についてより一層の適切かつ高度な３Ｒを推進し、また、製品中の有害物質に起因する環境汚染を未然に防止する必要がある。本検討会では、この問題意識に対し、「製品中有害物質に関する情報の提供・伝達」及び「製品中有害物質の挙動の把握」を当面の課題として挙げている。

また、製品中有害物質の管理に関する今後の課題として、以下の項目を提言している。

- 製品中有害物質による潜在的な環境リスク及び資源の有効利用への対応
  - 製品中に含有される有害物質について、ライフサイクル全体における環境影響評価や当該物質の化学的リスク評価、代替物質の安全性評価や資源枯渇性などを十分検討し総合

的な管理方法の検討を行う。

- 廃棄物情報の提供の在り方
  - 製品中有害物質の測定方法の明確化とともに、サプライチェーンの上流側から提供される情報を検証するシステムや、提供された情報が処理の段階で有効に活用されているかをレビューするメカニズムを構築する。
- グリーン製品の使用促進
  - グリーン製品に関する情報の正確性を確保し、公正な情報伝達により、グリーン購入のインセンティブを高める。
- 対象物質の追加
  - 国際的な動向も考慮して、対象物質の追加を検討する。
- 製品中の有害物質の削減
  - 製品中の有害物質の削減を推進する。

参考資料 4:海外における取組状況

有害懸念物質を含む太陽電池モジュールに関連する、海外における規制整備状況や取組状況を調査した。有害懸念物質を含む太陽電池モジュールへの対応については、電気電子機器に含まれる有害物質についての規定（RoHS 指令）を有する欧州で特に先進的な取組が見られる。

(1) 欧州 RoHS 指令における太陽電池モジュールの取扱い状況

RoHS 指令（2003 年 2 月公布、2006 年 7 月施行）は、電気電子機器に係る特定有害物質の使用制限に関する欧州議会及び理事会指令である。同指令では、2006 年 7 月 1 日以降上市される新しい電気電子機器に関して、鉛、水銀、カドミウム、六価クロムとポリ臭化ビフェニール（PBB）及び／又はポリ臭化ジフェニルエーテル（PBDE）の含有が禁止されている。

2010 年 6 月、太陽電池モジュールを含む全ての電子・電気機器にまで RoHS の適用範囲を広げる改正案が提案されたが、欧州議会では、太陽電池モジュールのような再生可能エネルギー製品の製造に使用される化学物質は除外が決定された。しかしながら、2014 年 12 月までに同指令の適用除外条項の見直しが予定されており、今後太陽電池が同指令の対象になる可能性は否めない。

同産業の安全かつ持続的な発展を実現するため、太陽電池を RoHS 指令の対象機器とすることを支持する太陽電池メーカーや研究機関も複数存在し、意見書を提出している。また、シャープは、同社製の全薄膜シリコン太陽電池について RoHS 指令への準拠を完了しており、結晶シリコン系太陽電池についても 2012 年までに同指令に対応することを発表している。

(2) 欧州における PV-CYCLE の取組み

PV CYCLE 協会は、WEEE 指令（2003 年 1 月施行）[1]への業界対応として 2007 年 6 月に設立された非営利組織である。PV 業界による、耐用年数を迎えた太陽電池の自発的な回収・リサイクルシステムを立ち上げることを目的としている。

[1] 殆ど全ての電気電子機器廃棄物を対象に、各メーカーに自社製品の回収・リサイクルコストを負担させることを定めた EU 指令。

同協会は、設立当初より自発的回収システム（Voluntary take back system）に基づき活動を行っており、ユーザー指向の体制を構築している。重要な点は、廃棄太陽電池の包括的管理を指向していることである。自発的回収システムは図 3-2 に示すようなプロセスにしたがい行われる。

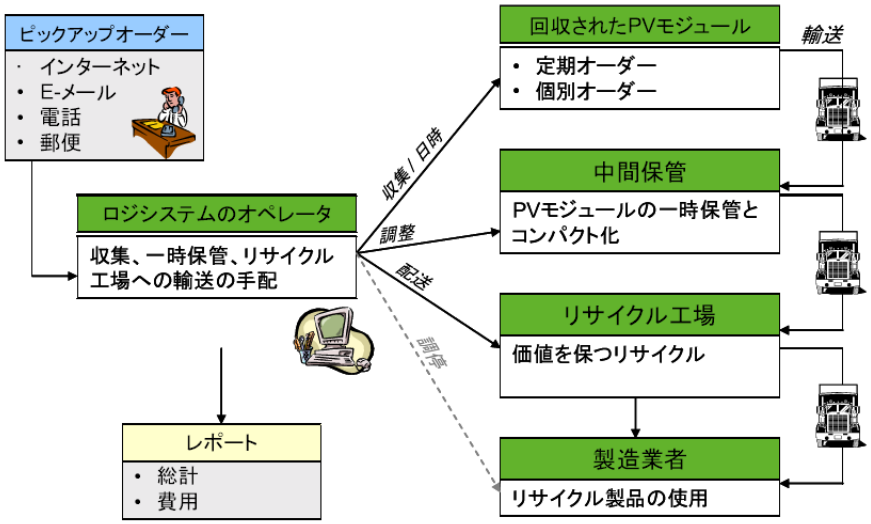


図 3-2　回収・リサイクルシステム概要

出典：津田委員提供資料

PV-CYCLE は、2009 年までの準備段階を経て、2010 年以降の制度導入・モニタリングを目指している。現在、廃棄太陽電池の回収ポイントを拡張しており、77 地点が認証を受けている。

図 3-3　回収ポイント

出典：PV-CYCLE

(3) ファーストソーラー社の自社製品回収・リサイクルシステム

Cd-Te を含む太陽電池モジュールの世界最大手メーカである米国ファーストソーラー社は、使用済みの自社製品の回収・リサイクルシステムを構築し、廃棄時の引き取りを約束した上で販売を行っている。ただし、太陽電池モジュールの耐用年数は数十年に及ぶことから、こうした回収システムの実効性については現時点では評価できない。

ファーストソーラー社の自社製品回収・リサイクルシステム

- Cd-Teを含む太陽電池モジュールの世界最大手メーカーである米国ファーストソーラー社は、使用済みモジュールの回収・リサイクルシステムの提供を前提に販売を行っている。
- 同社製品の購入者は、利用者登録を行うことにより、本システムを利用することが可能となる。製品の廃棄を希望する場合、同社に問合せをすれば、無料の回収サービスを受けることができる（ただし、取り外しと梱包は購入者で行う）。
- 同社ホームページによると、回収された製品は、同社のリサイクル工場にて各種工程を経て分解され、半導体やガラスなどが、新しい太陽電池モジュールや他の製品に再利用される、としている。

出典：ファーストソーラー社ホームページ

3.3.2 有害物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等に向けて求められる取組み提言

近年、より高効率かつ、より低コストな太陽電池モジュールの開発競争が激化しており、その中で、有害性が懸念される物質を原料として使用する、新たな種類の太陽電池が開発され普及し始めている。我が国として、温暖化対策の観点から住宅用太陽電池モジュールの普及拡大を推進するに当たっては、同時に、有害懸念物質含有リスクに配慮した太陽電池の適正処理等に向けた取組みも求められる。

このたび、有害懸念物質を含む太陽電池モジュールのメーカー、輸入業者、販売者を対象に、日本市場に導入する際にはこれら太陽電池モジュールの適正処理に向けた配慮を行うべく適正処理等ガイドラインを作成した。今後、新たな有害懸念物質を含む太陽電池モジュールが開発され、さらに普及する可能性もあり、日本国内における太陽電池モジュールの適正使用や処理を確実に行うためには、関連事業者のみならず、国としても適正処理等に向けた取組みを行う必要があると考えられる。

具体的には取組みとしては、以下に示す 3 段階の取組みが求められる。

(1) 有害懸念物質を含む太陽電池モジュールについてのリスク検証と情報収集

適正処理等ガイドラインで述べたとおり、有害懸念物質を含む太陽電池モジュールについては国内外で多くのリスク検証が行われているが、現状ではリスクの有無・大きさについての統一的な見解が得られていない状況である。

今後我が国市場に導入される可能性が高い有害懸念物質含有太陽電池モジュールについては、国としての対応方針を検討する前提資料として、公的研究機関等によるリスク検証が急務である。特に、日本市場における住宅用途での利用を前提とし、実際に普及が見込まれる量産工法による実試料を対象とした検証が必要である。かつて NEDO でリスク検証を行った実績はあるが、現状普及している試料を用いて改めて検証を進めることが求められる。

同時に、国内外のリスク検証資料の収集や分析を行い、検証の効率化のために、信頼できるリスク検証情報を抽出・活用することも考えられる。

また、今後、新たな有害懸念物質を含む太陽電池モジュールが開発され、世界的に普及する可能性も踏まえると、日本市場での普及に先駆けて充分なリスク検証と政策的対応を行えるよう、有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの開発・普及状況について継続的な情報収集も必要となる。

(2) 有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの適切なリスク管理手法の検討

公的研究機関による有害懸念物質を含む太陽電池モジュールのリスク評価結果を受けて、国は、リスクに応じた適切な管理手法を考察し、必要に応じて政策的対応を検討する必要がある。特に、リスク評価の結果、リスクが比較的高いと判定された太陽電池モジュールについては、市場原理に委ねるべき範囲と、政策的対応が必要な範囲とを仕分けした上で、必要な対応を行うことが考えられる。

政策的対応として想定されるのは、太陽電池モジュールに含まれる有害懸念物質に対する使用制限等を定める物質規制に係る対応と、確実な適正処理を行うため制度設計である。後者につい

ては、廃棄物処理や関連品目（家電、建材等）リサイクル関連法規制との整合性を確認しつつ、制度上の整理を行うことが考えられる。また、有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの適正処理手法（高効率・低コスト）について、技術的な支援を行うことも想定される。

(3) 太陽電池に係る適正処理等の枠組み検討

本調査では、有害懸念物質を含む太陽電池モジュールの適正処理等に着目した検討を行ったが、将来的には、有害懸念物質有無を問わず、太陽電池そのものの適正処理を担保するための仕組みづくりも検討することが必要になると想定される。

特に、適正処理の第一歩となる解体工程においては、作業者の安全上の観点も含め、住宅に搭載された太陽電池モジュールの適正な撤去方法について何らかの指針を示すことが期待されている。

ただし、太陽電池モジュールは現時点で技術開発の進展が目覚しい段階であり、モジュールの構造や原料についても 1 つに絞り込まれていないほか、今後全く新しいものが開発され、普及する可能性も高い。そのため現時点の太陽電池モジュール構造や普及状況を元に適正処理システムの在り方を検討しても、一時的にしか適用できない懸念がある。

現時点では、例えばメーカーに対して適正処理の容易さを念頭に置いた太陽電池モジュール開発を行うことを推奨するとともに、公的研究開発機関での適正処理関連技術開発を促進しつつ、太陽電池モジュール構造や原料の普及状況について情報収集しながら適正な処理システムについて都度検討していくことが求められる。特に、安全上のリスクに繋がる懸念のある、撤去工程等については、早急に適切な撤去手法についてのガイドライン策定等の対応を行う必要性がある。